

JAHRBUCH

DER

KAISERLICH-KÖNIGLICHEN

GEOLOGISCHEN REICHSANSTALT



LXVI. BAND 1916.

Mit 12 Tafeln.



Wien, 1917.

Verlag der k. k. Geologischen Reichsanstalt.

In Kommission bei **R. Lechner (Wilh. Müller)**, k. u. k. Hofbuchhandlung,

I. Graben 31.

Die Autoren allein sind für den Inhalt ihrer Mitteilungen verantwortlich.

Inhalt.

Verzeichnis der Tafeln.

Personalstand

der

k. k. geologischen Reichsanstalt.

(1. Dezember 1917.)

Direktor:

Tietze Emil, Phil. Dr., Ritter des Leopold-Ordens und des österr. kaiserl. Ordens der Eisernen Krone III. Kl., Besitzer der Ehrenmedaille für 40 jähr. Dienste, k. k. Hofrat, Ehrenpräsident und Inhaber der Hauermedaille der k. k. Geographischen Gesellschaft in Wien, III. Hauptstraße Nr. 6.

Vizedirektor:

Vacek Michael, Besitzer der Ehrenmedaille für 40 jähr. Dienste, k. k. Hofrat, III. Erdbergerlände Nr. 4.

Chefgeologen:

Geyer Georg, Ritter des kais. österr. Franz Josef-Ordens, k. k. Regierungsrat, korr. Mitglied der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, III. Hörnesgasse Nr. 9.

Bukowski Gejza v. Stolzenburg, k. k. Oberbergrat, III. Hansalgasse Nr. 3.

Rosiwal August, a. o. Professor an der k. k. Technischen Hochschule, III. Kolonitzplatz Nr. 8.

Dreger Julius, Phil. Dr., k. k. Bergrat, Mitglied der Kommission für die Abhaltung der ersten Staatsprüfung für das landwirtschaftliche, forstwirtschaftliche und kulturtechnische Studium an der k. k. Hochschule für Bodenkultur etc., Präsident der Geologischen Gesellschaft in Wien, Ehrenbürger der Stadt Leipnik und der Gemeinde Mösel, III. Ungargasse Nr. 71.

Ober-Bibliothekar:

Matosch Anton, Phil. Dr., k. k. Regierungsrat, Besitzer der kais. ottomanischen Medaille für Kunst und Gewerbe, III. Geusaugasse Nr. 35.

Vorstand des chemischen Laboratoriums:

Eichleiter Friedrich, kais. Rat, III. Kollergasse Nr. 18.

Geologen:

Kerner von Marilaun Fritz, Med. U. Dr., k. k. Bergrat, korr. Mitglied der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, Mitglied der Kommission für die Abhaltung der ersten Staatsprüfung an der Hochschule für Bodenkultur, III. Keilgasse Nr. 15.

Hinterlechner Karl, Phil. Dr., k. k. Bergrat, XVIII. Klostergasse Nr. 37.

Hammer Wilhelm, Phil. Dr., XIII. Waidhausenstraße Nr. 16.

Waagen Lukas, Phil. Dr., Besitzer des Goldenen Verdienstkreuzes mit der Krone, III. Sophienbrückengasse Nr. 10.

Adjunkten:

Ampferer Otto, Phil. Dr., II. Schüttelstraße Nr. 77.

Petrascheck Wilhelm, Phil. Dr., XVIII. Scherffenbergstraße 3.

Ohnesorge Theodor, Phil. Dr., k. k. Landsturmleutnant, Besitzer des Signum laudis (derzeit eingerückt zur militärischen Dienstleistung), III. Hörnesgasse Nr. 24.

Beck Heinrich, Phil. Dr., k. k. Landsturmingenieur (z. M. eingerückt), III. Erdbergstraße Nr. 35.

Vetters Hermann, Phil. Dr., Privatdozent an der k. k. montanistischen Hochschule in Leoben, k. k. Landsturmingenieur - Oberleutnant (z. M. eingerückt), V. Stollberggasse Nr. 11.

Assistenten:

Hackl Oskar, Techn. Dr., IV. Schelleingasse 8.

Götzinger Gustav, Phil. Dr., Preßbaum bei Wien.

Sander Bruno, Phil. Dr., Privatdozent an der k. k. Universität in Wien, k. k. Landsturmingenieur-Leutnant (z. M. eingerückt).

Praktikanten:

Spitz Albrecht, Phil. Dr. (z. M. eingerückt).

Spengler Erich, Phil. Dr., Privatdozent an der k. k. Universität in Graz, III. Marxergasse 39.

Für das Museum:

Želízko Johann, Amtsassistent, III. Löwengasse Nr. 37.

Für die Kartensammlung:

Zeichner:

Lauf Oskar, I. Johannesgasse 8.
Skala Guido, III. Hauptstraße Nr. 81.
Huber Franz (z. M. eingerückt), VIII. Hamerlingplatz 3.

Für die Kanzlei:

Gaina Johann, Rechnungsrevident im k. k. Ministerium für Kultus und Unterricht.

Kanzleioffiziantin:

Girardi Margarete, III. Geologengasse Nr. 1.

Diener:

Amtsdiener:

Palme Franz, Besitzer der Ehrenmedaille für 40 jähr. Dienste III. Rasumofskygasse Nr. 23,
Ulbing Johann, Besitzer des silbernen Verdienstkreuzes und der Ehrenmedaille für 40 jähr. Dienste III. Rasumofskygasse Nr. 23,
Wallner Matthias, k. k. Offiziersstellvertreter, Besitzer der ihm zweimal verliehenen kleinen Silbernen Tapferkeitsmedaille (z. M. eingerückt), III. Rasumofskygasse Nr. 25.

Präparator: Špatný Franz, III. Rasumofskygasse Nr. 25.

Laborant: Felix Johann, III. Lechnerstraße 13.

Amtsdienergehilfe für das Museum: Kreyća Alois, III. Erdbergstraße 33.

Amtsdienergehilfe für das Laboratorium: Bartl Anton (z. M. eingerückt).

Ausgegeben Ende Jänner 1917.

JAHRBUCH

DER

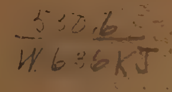
KAISERLICH-KÖNIGLICHEN

GEOLOGISCHEN REICHSANSTALT



JAHRGANG 1916. LXVI. BAND.

1. Heft.





Wien, 1917.

Verlag der k. k. Geologischen Reichsanstalt.

In Kommission bei R. Lechner (Wilh. Müller), k. u. k. Hofbuchhandlung

I. Graben 31.

Zur Beurteilung des Baues des mittelböhmischen Faltengebirges.

Von F. Wähner.

Mit 8 Tafeln (Nr. I—VIII) und einer Textabbildung.

Zu den Lichtseiten, die Prag als Hochschulstadt besitzt, gehört der Umstand, daß das Stadtgebiet und seine nahe wie weite Umgebung vortreffliche Gelegenheit zu geologischer Schulung bietet, wie sie wenige andere größere Städte aufzuweisen haben dürften. Die sogenannte Silurmulde — um vieles andere unberührt zu lassen — ist nicht nur ein seit langem rühmlich bekanntes und dennoch nicht ausgeschöpftes paläontologisches und stratigraphisches Arbeitsgebiet, sondern sie ist zugleich ein besonders geeigneter Boden für tektonische Studien. Auf einem mühelosen Spaziergange kann man bereits einen lehrreichen Einblick in den Bau des älteren Paläozoikums erhalten und eine Reihe von Musterbeispielen verschiedener Störungen kennen lernen. Dies ist u. a. den überaus zahlreichen künstlichen Aufschlüssen zu danken, die durch Straßen- und Eisenbahnbau und durch eine mannigfaltige, ausgebreitete Steinbruchindustrie geschaffen wurden. Gar manches wichtige Vorkommen ist zwar durch diesen Betrieb zerstört und für immer der Beobachtung entzogen worden, stets aber werden dadurch viele andere bloßgelegt und der Beobachtung zugänglich gemacht.

Man wird verstehen, daß es mir seit dem Beginne meiner Prager Lehrtätigkeit nahe lag, jene Gelegenheit auch für den theoretischen und praktischen Unterricht in der Tektonik auszunützen. Während meiner zehnjährigen Wirksamkeit an der deutschen technischen Hochschule konnte ich das erwähnte Uebungsfeld besonders für die Unterweisung der zahlreichen Hörer der Bauingenieurschule verwerten; bietet doch die richtige Beurteilung der Lagerungsverhältnisse eine der wichtigsten Grundlagen für die Ausführung von Eingriffen in den Boden wie für fast alle Arten von technisch-geologischen Untersuchungen. In den letzten Jahren war ich an der deutschen Universität außerdem in der Lage, einige meiner Schüler in jenem Gebiete in selbständige tektonische Untersuchungen einzuführen. Ich selbst habe im mittelböhmischen Faltengebirge ein ausgezeichnetes Vergleichsgebiet für meine tektonischen Arbeiten in den Alpen gewonnen, das sich insbesondere für gewisse allgemeine Fragen des Gebirgsbaues als fruchtbringend erwiesen hat.

Meine Beobachtungen im Verein mit den zahlreichen älteren Untersuchungsergebnissen führten mich gegenüber der geltenden Anschauung bald zu einer veränderten Auffassung des Baues des tief abgetragenen alten Gebirges, die auch bei der schulmäßigen Darstellung vorzubringen nicht vermieden werden konnte. Seit einer Reihe von Jahren hat sich die Teilnahme jüngerer Prager Forscher beider Nationen der Tektonik des altpaläozoischen Gebietes zugewandt, es ist bereits eine Reihe tüchtiger Arbeiten erschienen, die ähnliche Ergebnisse gebracht haben, und weitere Arbeiten stehen in Aussicht. So mag es an der Zeit sein, jene Auffassung den Fachgenossen in Kürze darzulegen. Es dürfte von Vorteil sein, die sich ergebenden Gelegenheiten zu benützen, um die hier mitgeteilten Beobachtungen zu vervollständigen und Tatsachen, die für oder gegen die erörterte Auffassung des Gesamtbaues sprechen, zu ermitteln und bekanntzugeben. Zudem sollen mir die folgenden Zeilen die Möglichkeit bieten, bei beabsichtigten anderweitigen Auseinandersetzungen auf in dem genannten Gebiete gewonnene Erfahrungen hinzuweisen.

---

1. Geschichtliches über die Längsbrüche. Eine tektonische Regel.

Obgleich die neue Auffassung zunächst auf dem Boden der Beobachtung erwachsen ist, ist es doch nötig und lehrreich, an die älteren Arbeiten und die dort vertretenen Anschauungen anzuknüpfen; es ist dies um so notwendiger, als sich hierbei zeigen wird, daß die vorzulegende Auffassung, die übrigens aus den in den letzten Jahren erschienenen Arbeiten bereits hervortritt, gar nicht so neu ist, sondern in gewisser Beziehung eine Rückkehr zu älteren Auffassungen darstellt.

Man weiß seit langem, daß die mittelböhmische „Silurmulde" keine einfache Synklinale, sondern eine mehrfach, ja vielfach gefaltete Formationsgruppe darstellt. Schon die Verbreitung der einzelnen Schichtengruppen, wie sie die geologische Karte zeigt, widerspricht der Annahme eines so einfachen Lagerungsverhältnisses. Selbst die jüngste der Schichtengruppen, die Barrande'sche Stufe *H*, die dem oberen Mitteldevon entspricht und in den Querschnitten am seltensten auftritt, bildet keineswegs nur den Kern einer Mulde, sondern kommt in zwei im Streichen des Gebirges liegenden Hauptverbreitungsgebieten vor, von denen das nördliche nach dem Orte Hostim, das südliche nach dem Orte Srbsko bezeichnet werden kann.

Die Beobachtungen über tektonische Störungen gehen weit zurück; es genügt jedoch, von den an den Namen Krejči anknüpfenden größeren Arbeiten auszugehen, der zuerst systematische Zusammenstellungen der als Brüche zu bezeichnenden Störungen veröffentlicht hat.

a) J. Krejči.

Von größter Bedeutung für den Bau des ganzen Gebietes sind die Längsbrüche, das „Kluftsystem mit nordöstlichem Streichen" Krejčis. Suchen wir zunächst, wie billig, einen Ueberblick über die

Anschauungen zu gewinnen, die hierüber in den beiden wichtigsten Abhandlungen des genannten verdienten Forschers ausgesprochen sind[1], [2]. Auf die darin niedergelegten zahlreichen Beobachtungen wird man noch lange bei allen tektonischen Arbeiten über Mittelböhmen zurückgehen müssen.

Die Feststellung der im Streichen liegenden Störungen beruht darauf, daß — abweichend von der dem bekannten, oft wiederholten idealen Profil Barrandes entsprechenden einfachen synklinalen Lagerungsfolge — im Hangenden irgendeiner jüngeren Schichtengruppe irgendeine ältere Schichtengruppe auftritt, mit der für eine gewisse Strecke wieder eine regelrechte Lagerungsfolge (jüngere Schichten über älteren) beginnt.

Für Krejči sind diese Brüche im Zusammenhange mit der Gebirgsbildung entstanden durch dieselben Bewegungen, aus denen die Faltung der Gesteinsschichten hervorgegangen ist. Es ist darum nicht zufällig, daß er von Hebungen spricht, die entlang den Bruchlinien eingetreten sind, und es wäre unberechtigt, diese Vorstellung etwa damit abzutun, daß man sie auf ältere Gebirgsbildungstheorien zurückführt. Hiegegen sprechen am deutlichsten Stellen, an denen ausdrücklich auf einen „lateralen Druck“ hingewiesen wird, durch den die Brüche entstanden sein sollen.

Um die Auffassung Krejčis besser erkennbar zu machen, sind im folgenden einige seiner Aeußerungen im Wortlaut angeführt, wobei einzelne Ausdrücke hier durch den Druck hervorgehoben werden. In den Erläuterungen (S. 6) ist in der Einleitung von „gebirgsbildenden Zusammenschiebungen“ der ältesten silurischen Gesteinsschichten[3] die Rede, „welche sich durch Faltungen und Schichtenstörungen als Folge von Dislokationen zu erkennen geben . . .“[4].

In der Uebersicht finden wir in dem Abschnitte, der „das Gebiet der Primordialfauna“, mithin kambrische Schichten behandelt, folgenden Satz (S. 11): „Die ursprünglich horizontalen Konglomeratschichten wurden durch Bruchlinien, die parallel zum nordöstlichen Streichen des Silursystems und senkrecht darauf verlaufen, zersprengt und längs dieser nordöstlichen Bruchlinien reihenweise aufgerichtet, so daß sich die Konglomeratschichten in einzelne einseitig gehobene und gegen NW einfallende Streifen verteilten . . .“ Aehnlich wird (S. 15) in dem Unterabschnitt über das Trzemoschnagebirge die Entstehung von fünf parallelen, nach NO streichenden Bergrücken, die aus jenen Konglomeraten bestehen,

---

[1]) Krejči und Helmhacker, Erläuterungen z. geol. Karte d. Umgebungen von Prag. (Archiv d. natw. Ldsdurchf. v. Böhm., IV, 2. Prag 1879.)

[2]) Krejči und Feistmantel, Orogr.-geotekton. Uebersicht des silur. Gebietes im mittl. Böhmen. (Dasselbe Archiv, V, 5. Prag 1885.)

[3]) Darunter sind alle älteren paläozoischen Bildungen im Gegensatze zum Karbon zu verstehen; gemeint ist: die ältesten, d. i. silurischen Schichten.

[4]) Der Satz erscheint ein wenig schwerfällig, da wir unter Schichtenstörungen und Dislokationen dasselbe zu verstehen pflegen. Aus den späteren Anführungen ist klarer ersichtlich, daß sowohl die Faltungen wie die Verwerfungen (diese letzten sind hier unter „Schichtenstörungen“ verstanden) als durch die gebirgsbildenden Bewegungen hervorgerufene Lagerungsstörungen aufgefaßt werden.

erklärt und an anderer Stelle (S. 93) wird als „die Hauptwirkung" der „Bruchlinie der Příbramer Lettenkluft" „die Hebung des Třemošnagebirges und des ganzen Brdawaldes" hingestellt, „dessen südliche steile Lehnen, welche hoch über die untergelagerten azoischen Schiefer emporgehoben sind, dieser Bruchlinie parallel sind".

In dem Abschnitt über die Verbreitung der obersilurischen Stufen (Obersilur + Devon) wird (S. 78) darauf hingewiesen, daß man in den Tälern auch „die Bruchlinien verfolgen kann, nach denen sie" (die Stufen) „durch gegenseitigen Druck zu antiklinalen und synklinalen Schichtenwellen aufgestaut und durch Verschiebungen gegeneinander verworfen sind." Der Beschreibung der Bruchlinien gehen allgemeine Bemerkungen über das „Kluftsystem mit nordöstlichem Streichen" voran (S. 92): „Dieses System herrscht . . . am meisten vor und veranlaßt nicht bloß Schichtenbrüche und Verwerfungen, welche nordöstlich, also parallel zur Schichtenablagerung[5]), streichen, sondern auch die wellenförmigen synklinalen und antiklinalen Faltungen der Schichtenzonen, wie sie in den Durchschnitten der Silurmulde sich darstellen. Es[6]) ist offenbar durch einen lateralen Druck entstanden, dem nach Schluß der Silurperiode ihre mehr oder weniger horizontalen oder flach muldenförmigen Schichtenablagerungen unterworfen waren" [7]).

Die Längsbrüche sind in den zahlreichen Profilen Krejčis als steil zur Tiefe setzende, zumeist lotrechte Verwerfungen gezeichnet oder sie durchqueren, wenn das nicht der Fall ist, die Schichten zu beiden Seiten oder doch auf einer Seite des Bruches. Nach der graphischen Darstellung unterscheiden sie sich demnach nicht von „echten" Verwerfungen, d. i. von Senkungsbrüchen, obgleich sie, wie gesagt, theoretisch als Brüche aufgefaßt wurden, an denen Aufwärtsbewegungen von größeren Gebirgsteilen stattgefunden haben.

b) J. Krejči und E. Suess.

Auf die in den Erläuterungen (1879) beschriebenen streichenden Sprünge der Gegend zwischen Beraun und Prag beruft sich E. Suess zur Begründung einer neuen Vorstellung über den Bau des mittelböhmischen Gebietes: „Diese Sprünge liegen im Streichen der böhmischen Silurmulde, welche nach diesen Erfahrungen anstatt des früher gebotenen Bildes einer einfachen Synklinale mehr und mehr das Bild einer sehr breiten und verwickelten Grabensenkung annimmt" [8]). Diese Anschauung ist, obgleich sie auf einem seltsamen,

[5]) Augenscheinlich eine Konzession an Barrande, entsprechend der vorher (S. 91) erwähnten „ursprünglich muldenförmig konzentrischen Lagerung" der Schichten. Im nächstfolgenden Satze wird bereits eine der horizontalen recht nahe kommende ursprüngliche Lagerung der Schichten angenommen. Auch sonst ist von ursprünglich horizontaler Lagerung die Rede. (Vgl. den oben S. 3 von S. 11 der „Übersicht" angeführten Satz.)

[6]) Das Kluftsystem!

[7]) Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß Krejči dem Auftreten von Eruptivgesteinen eine Mitwirkung an den tektonischen Veränderungen zuschreibt.

[8]) E. Suess, Das Antlitz der Erde, I, 1885, S. 168. Die in demselben Jahre erschienene „Uebersicht" Krejčis und Feistmantels lag Suess bei der Ab-

leicht erkennbaren Irrtum beruht, herrschend geworden und hat die auf überaus zahlreichen guten Beobachtungen fußenden Veröffentlichungen Krejčis und seiner Mitarbeiter verdunkelt.

Die von Suess eingeführte Vorstellung scheint nicht aus einer eingehenden Beurteilung des damals bekannten Baues des mittelböhmischen Gebietes hervorgegangen zu sein, sondern sie ordnet sich ein in eine Betrachtung des Baues der böhmischen Masse. Die von Krejči aus den beobachteten Lagerungsverhältnissen erschlossenen Längsbrüche sind nach Suess (a. a. O.) „nur ein Teil jenes großen Systems von Sprüngen, von welchem die böhmische Masse durchsetzt ist . . .“ „Heute läßt sich schon erkennen, daß ein sehr großer Teil Böhmens . . . der Schauplatz ausgedehnter Senkungen gewesen ist, welche sich auf weichender Unterlage auf zahlreichen Sprungflächen vollzogen haben.“

Es ist hier nicht der Ort, den Bau jenes ausgedehnteren Gebietes ausführlicher zu berücksichtigen, wobei nicht geleugnet werden soll, daß anderwärts Senkungen nachgewiesen sind. Man könnte sogar ergänzend auf die seither von Hibsch aus den Lagerungsverhältnissen der oberen Kreide festgestellten Senkungen von sehr beträchtlichem Ausmaße hinweisen, die das Gebiet des böhmischen Mittelgebirges betroffen haben und kaum anders als durch zentripetale Bewegungen erklärt werden können[9]). In allen zur Vergleichnng heranzuziehenden Fällen handelt es sich, wie hier nur nebenbei und vorgreifend bemerkt wird, um Bewegungen weit jüngeren Alters. Selbst wenn jedoch gezeigt werden könnte, daß die in der böhmischen Masse erkannten Störungen demselben geologischen Zeitabschnitt angehören, würde uns das nicht von der Aufgabe entheben, für das durch seinen Bau verschiedene mittelböhmische Gebiet zu prüfen, ob die ermittelten Störungen mit der Voraussetzung einer Grabensenkung in Einklang stehen.

Aus den kurzen Aeußerungen Suess' im Antlitz ist nicht mit Sicherheit zu entnehmen, ob derselbe die Senkungsbrüche ein altes Faltenland ergreifen läßt oder ob die heutigen Lagerungsverhältnisse durch jene Brüche hervorgebracht sein sollen. Aus dem oben angeführten Satze, der die neue Anschauung eingeführt hat, ließe sich eher auf das letztere schließen. Die Vorstellung liegt ja nahe, daß selbst eine noch annähernd horizontal lagernde Formationsgruppe, die von zwei Seiten gegen das Innere des Gebietes treppenförmig absinkt, nachher aus Staffeln besteht, deren Schichten gegen das Innere des Senkungsgebietes geneigt sind. Vor allem würde durch diese tektonischen Vorgänge erklärt werden, daß in den äußeren Teilen des Gebietes die ältesten und älteren, im Innern die jüngeren und jüng-

---

fassung des I. Bandes seines Werkes noch nicht vor. Er verweist jedoch auf eine ihm von Prof. Krejči mitgeteilte vorläufige Skizze; dieser entspricht wohl die der Uebersicht (1885) als besondere Karte beigegebene „Skizze einer geologischen Karte des mittelböhmischen Silurgebietes“ 1:288.000, in welcher die von Krejči unterschiedenen Bruchlinien verzeichnet sind.

[9]) Diese sehr zuverlässigen Nachweise sollten auch von geographischer Seite bei der heute üblichen Annahme geologisch junger Hebungen wohl beachtet werden.

sten Schichtengruppen an der jetzigen Oberfläche erhalten sind. Wir wissen jedoch, und aus Krejčis Profilen in den Erläuterungen (1879) ist es bereits klar ersichtlich, daß die sog. Silurmulde den Rest eines viel verwickelter gebauten Faltengebirges bildet. Anderseits muß zugegeben werden, daß auch ein derartiges Faltengebirge nach seiner Bildung entlang von Brüchen zur Tiefe sinken kann, die ähnliche Lagerungsverhältnisse hervorrufen könnten. Es fragt sich nun, ob die heutigen Lagerungsverhältnisse wirklich solche sind, die jener Vorstellung entsprechen.

Schon aus den Erläuterungen ist hinsichtlich der Längsbrüche ein für das dort behandelte Gebiet giltiges tektonisches Gesetz zu erkennen, das aus der Uebersicht (1885) für das ganze Gebiet Bestätigung findet und darum noch deutlicher und mit voller Bestimmtheit hervortritt: Von zwei Gebirgszonen, die durch einen der weithin verfolgten Längsbrüche getrennt werden, erscheint im sogenannten Nordflügel (genauer NW- oder NNW-Flügel) der ehedem vorausgesetzten Mulde, in dem das vorherrschende Schichtenfallen gegen S (SO, SSO) gerichtet ist, die südliche Zone gehoben, bzw. die nördliche Zone gesenkt; dagegen erscheint im südlichen Teil des Gebietes, in dem das entgegengesetzte Schichtenfallen herrscht, von zwei durch einen Längsbruch geschiedenen Gebirgszonen die nördliche Zone gehoben, bzw. die südliche Zone gesenkt. Kürzer ausgedrückt lautet das ermittelte Gesetz: Von den durch einen Längsbruch getrennten Gebirgszonen erscheint die innere gehoben, bzw. die äußere gesenkt.

Wer sich der geringen Mühe unterzieht, diese Angabe an den Krejči'schen Profilen, von denen viele seither mehrfach wiedergegeben wurden, zu prüfen, wird sich von ihrer Richtigkeit unschwer überzeugen. Hier müssen wir uns auf die Betrachtung von Beispielen beschränken.

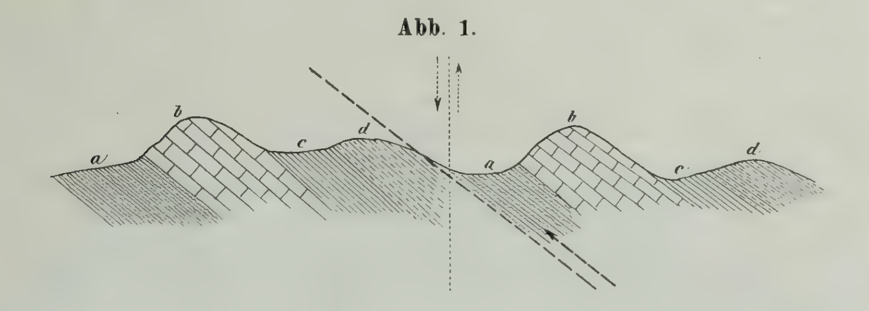
Bleiben wir zunächst bei den „Erläuterungen“ und halten uns an das in dem Maßstabe der alten Spezialkarte 1:144.000 gezeichnete Uebersichtskärtchen (S. 83), in dem zwei Längsbrüche kräftig hervortreten. Der nördliche ist die Hyskov-Prager Bruchlinie (später von Krejči als Prager Bruchlinie bezeichnet), die im sogenannten Nordflügel zwei Züge von untersilurischen Gesteinen (D) trennt. Von N nach S fortschreitend, gelangen wir in der nach S (SO) fallenden Schichtenreihe aus den tieferen Untersilurstufen allmählig in die höheren, worauf jenseits der Bruchlinie die tiefste Untersilurstufe (d_1) erscheint, die wieder regelrecht von den höheren Stufen überlagert wird. Man vergleiche insbesondere Fig. 5 der großen Profiltafel („Tab. I“) der Erläuterungen. Das Profil enthält im Nordflügel die beiden sehr vollständigen Untersilurzüge, zuerst, links im N beginnend, die Schichtenfolge d_1—d_5, den Liegendzug, hierauf, weiter südlich, den Hangendzug, ebenfalls von d_1—d_5, noch weiter südlich von obersilurischen Gesteinen usw. überlagert. (Das sehr lange Profil reicht bis in die untersilurische Stufe d_5 des Südflügels.) In der die Erläuterungen begleitenden geologischen Karte der Umgebungen von Prag 1:86.400 sind die beiden Untersilurzüge leichter zu

verfolgen, wenn man sich durch das helle Band der Quarzitstufe (d_2) leiten läßt [10]).

In dem unten (Abb. 1) folgenden Querschnitt ist die durch eine Störung bewirkte einmalige Wiederholung einer einseitig geneigten Schichtenfolge allgemein dargestellt. Er ist auch zur Erläuterung für die eben erwähnten, im mittelböhmischen Untersilur des „Nordflügels" festgestellten Lagerungsverhältnisse verwendbar, wobei die Schichtengruppe *b* mit Rücksicht auf die dem dickbankigen harten Gestein entsprechenden steileren Böschungen die Quarzitstufe d_2 vertreten kann. Wenn wir uns die beiden Gebirgszonen durch eine lotrechte Verwerfung getrennt denken, so ist klar, daß das links (nördlich) befindliche (äußere) Gebirgsstück gesenkt, bzw. der in seinem Hangenden auftretende, rechts (südlich) liegende (innere) Gebirgsteil gehoben erscheint.

Die zweite Störung, die in dem Kärtchen (S. 83 der Erläuterungen) kräftig hervortritt, bietet ein Beispiel aus dem Südflügel, u. zw. aus dem obersilurisch-devonischen Kalkgebiet; sie wurde als die Koda-Lochkover Bruchlinie bezeichnet [11]). Es genügt vor-

Abb. 1.



läufig, auf die Gegend von Srbsko und Koda zu beiden Seiten des Berauntales hinzuweisen und das für unsere Betrachtung Wesentliche aus den verwickelten Lagerungsverhältnissen zu erwähnen, wie es in Krejčis Profiltafel in Fig. 1 und 2 dargestellt ist. Im S, bzw. SO sehen wir die jüngeren devonischen Stufen g_1, g_2, g_3 und *H* regelrecht in annähernd nördlichen Richtungen fallen, worauf im Hangenden der Tonschieferstufe *H* wieder die Knollenkalke g_1 auftreten. Nimmt man zur Erklärung dieser Lagerungsverhältnisse im Hangenden von *H* eine Verwerfung an, so erscheint der südlich liegende (äußere) Gebirgsteil gesunken, bzw. der nördliche (innere) gehoben.

---

[10]) In der Gegend NO und O von Prag sind mindestens drei gut unterscheidbare untersilurische Gesteinszüge vorhanden, die im wesentlichen die gleichen Lagerungsverhältnisse zeigen. — In der Uebersicht (1885) sind viele Untersilurdurchschnitte dem Text eingeschaltet. Von ihnen wären rücksichtlich der beiden weithin verfolgten Züge besonders Fig. 28, 29, 31, 32 (S. 40—43) einzusehen.

[11]) Noch eine dritte „Hauptbruchlinie", die Bruchspalte des Brdarückens genannt, ist in dem Kärtchen verzeichnet; sie tritt aus dem weiter südwestlich gelegenen Gebiet in das der Prager Umgebungskarte und verläuft hier (im SO) an der Grenze der azoischen Schiefer und des Untersilurs unter eigenartigen Lagerungsverhältnissen, die später zu erwähnen sein werden.

In der Uebersicht (1885, S. 92—98) unterscheidet Krejči sieben weithin verfolgbare Bruchlinien mit nordöstlichem Streichen, die hier nicht näher besprochen werden sollen. Auch soll hier ebensowenig wie früher auf die Veränderungen hingewiesen werden, welche die Ergebnisse neuerer Arbeiten gebracht haben. Zu den Bruchlinien, die hauptsächlich in den inneren Teilen des Gebietes und in den jüngeren, dem eigentlichen Silur und dem Devon entsprechenden Schichtengruppen bekannt wurden, kommen andere, die den äußeren Gebietsteilen und den älteren, kambrischen und vorkambrischen Gesteinen angehören. Eine der wichtigsten ist die südlichst gelegene, die Bruchlinie der Przibramer Lettenkluft, von der vermutet wird, daß sie sich weit nach NO fortsetzt und sich dort mit den Fortsetzungen zweier nördlich der Lettenkluft gelegenen Bruchlinien vereinigt. In dieser Vereinigung wird sie bis in die Gegend südlich von Prag verfolgt, wo sie an der Grenze der azoischen Schiefer und des Untersilurs verläuft[11]). Bei Przibram ist die Störung schon lange durch den Bergbau genau festgestellt. Es handelt sich hier im wesentlichen um die Wiederholung einer aus zwei Gliedern bestehenden, vorherrschend nach NW fallenden Schichtenfolge, der vorkambrischen Przibramer Schiefer und der diskordant darüberliegenden, wahrscheinlich unterkambrischen Grauwacken und Konglomerate. Das Lagerungsverhältnis ist zumeist so aufgefaßt worden, daß die im NW der Bruchlinie gelegene Gebirgszone gehoben, d. i. auf der gegen NW geneigten Verwerfungsfläche über die im SO liegende Gebirgszone hinaufgeschoben ist. E. Suess (Antlitz I, S. 168) sieht selbst hier eine Senkung, u. zw. eine solche des südöstlichen Teiles[12]). Für unsere Betrachtung genügt es zunächst, hervorzuheben, daß bei Annahme von Senkung der äußere Gebirgsteil gesunken erscheint.

Auch im NW wird eine im älteren Gebirge verlaufende wichtige Störung unterschieden: die Bruchlinie von Skrej. Die nördlichen (weit außerhalb des eigentlichen Silurgebietes gelegenen) Vorkommnisse des Kambriums von Skrej (und Tejrzowitz) liegen diskordant auf azoischen Schiefern, zeigen nordöstliches Streichen und fallen „südöstlich gegen eine Bruchlinie ein, . . . an der Aphanite und Porphyre das azoische Schiefergebiet durchsetzen und sich hoch über die Zone der Primordialfauna erheben“. (Übersicht, S. 98, Profil Fig. 9 auf S. 21.) Der letzterwähnte orographische Gesichtspunkt spielt bei Krejči auch hinsichtlich anderer Bruchlinien eine Rolle. Man wird ihm heute darin nicht folgen, da das orographische Hervortreten bei so stark abgetragenen alten Gebirgen auf dem größeren Widerstande beruht, den die betreffenden Gesteine den Abtragungsvorgängen entgegensetzen[13]). Aber im SO des mächtigen, annähernd im Streichen liegenden Porphyrzuges von Pürglitz-Rokytzan folgen

[12]) Für denjenigen, der weiß, wie sehr Suess jeder Hebung abhold war, und wie er nur mit dem größten Widerstreben sich dazu herbeiließ, aus der Faltung hervorgehende Aufwärtsbewegung gelten zu lassen, ist das nicht weiter erstaunlich. Die Annahme von Senkungen gehört in den Rahmen der übrigen Darstellung. (Vgl. oben S. 5.)

[13]) Dies gilt auch für die aus kambrischen Konglomeraten wie für die aus untersilurischen Quarziten bestehenden Bergzüge. (Vgl. oben S. 3—4.)

abermals vorkambrische Schiefer, die wieder vorherrschend gegen SO fallen, in der Fallrichtung auf weite Erstreckung anhalten und sodann unmittelbar von untersilurischen Gesteinen überlagert werden. (Vgl. das Profil Fig. 39 auf S. 47 der Übersicht [14]). Diese azoischen Schiefer liegen wie die genannten Eruptivgesteine im Hangenden des Kambriums von Skrej und sind von ihm außer durch die Pürglitzer Eruptivzone zweifellos durch eine tektonische Störung (oder durch eine Reihe von Störungen) getrennt. Wird diese Störung als eine steil niedersitzende Verwerfung aufgefaßt, so erscheint der 15 *km* lange Zug des Kambriums von Skrej, demnach wieder die äußere Gebirgszone, gesenkt, bzw. das im SO folgende vorkambrische Schiefergebiet gehoben, ein Schluß, der mit der oben erwähnten Anschauung Krejčis übereinstimmt.

Auch entlang den anderen von Krejči unterschiedenen streichenden Bruchlinien finden wir ähnliche Lagerungsverhältnisse, so daß die oben aufgestellte Regel für das ganze Gebiet bestätigt wird. Betrachten wir diese Störungen als Senkungsbrüche, so erscheint stets die äußere Gebirgszone gesunken. Die Regel gilt ferner nicht nur für die großen, weit verfolgten Bruchlinien, sondern auch für die weit überwiegende Mehrzahl der in den zahlreichen Querschnitten Krejčis dargestellten kleineren (oder bisher nicht weit verfolgten) Längsbrüche.

Besonders auffallend tritt uns die Regel bei Einsichtnahme in Profile entgegen, in denen mehrere nur aus einigen wenigen (oft aus zwei oder drei) Schichtengruppen bestehende Gebirgsstücke nacheinander auftreten, die — bei Annahme von Senkungen — als regelmäßig aufeinanderfolgende Staffeln betrachtet werden können. Hierher gehören Fig. 5 (S. 15 der Uebersicht mit fünf durch Längsbrüche getrennten Gebirgszonen im Südflügel); Fig. 11 (S. 29, vier Staffeln im NW, eine im SO, die gegen eine viel breitere mittlere Gebirgszone abgesunken erscheinen); Fig. 27 (S. 40 mit vier Staffeln im Nordflügel); Fig. 38 und 39 (S. 47 mit je vier Staffeln im Nordflügel).

Krejčis Querschnitte erstrecken sich ziemlich gleichmäßig über das ganze Gebiet. Daß er bei der Wiedergabe derselben völlig unbefangen vorging, steht außer allem Zweifel. Das aus ihnen zu entnehmende tektonische Gesetz ist ihm übrigens, wie es scheint, unbekannt geblieben.

Unter der Voraussetzung, daß an den das mittelböhmische Faltengebirge durchziehenden Längsbrüchen Senkungen eingetreten sind, ergibt sich demnach, daß zu beideu Seiten einer mittleren Gebirgszone, der der größere (nördliche) Teil des obersilurisch-devonischen Kalkgebietes angehört, sowohl die im NW als die im SO folgenden Gebirgszonen treppenförmig gesunken sind. Ist die Voraussetzung richtig, dann ist das Gebiet tektonisch nicht nach der von Suess eingeführten Vorstellung als ein Graben, sondern im Gegenteil als ein Horst anzusehen.

---

[14]) Von neueren Arbeiten wäre hervorzuheben: Jahn, Ueb. d. geol. Verhältnisse des Kambrium v. Tejřovic u. Skrej. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1895, Bd. 45, S. 641—791.

Dieses auffallende Ergebnis kann nicht aufrechterhalten werden. Das vorgestellte tektonische Gebilde wäre ein recht sonderbarer Horst. Daß im ganzen Gebiete das vorherrschende Schichtenfallen gegen innen (einerseits gegen SO, anderseits gegen NW) gerichtet ist, mag noch hingehen und könnte aus einer älteren muldenförmigen Anlage erklärt werden. Daß aber in den inneren, tektonisch zu höchst liegenden Gebirgsteilen die jüngeren Schichtengruppen erhalten blieben, wogegen diese in den äußeren Gebirgsteilen abgetragen sind, diese Tatsache steht zur Vorstellung eines Horstes (in dem das Gegenteil zu erwarten wäre) in Widerspruch.

Suess hat auch nach dem Erscheinen der „Uebersicht" Krejčis (1885) an seiner Auffassung festgehalten. Dies geht aus einem kurzen Hinweise in Antlitz II (1888), S. 143 hervor, in dem „die langen Bruchlinien des böhmischen Grabens, welche uns Krejči kennen lehrte", erwähnt werden.

Es wäre müßig, Vermutungen über den Weg auszusprechen, der zu jenem Irrtume geführt hat. Man wird einem Gelehrten, der es unternommen hat, den Bau der Festlandsmassen der Erde zu überblicken und zu diesem Zweck eine ungeheure Literatur zu beherrschen, zubilligen müssen, daß es ihm nicht gegönnt war, in jedes Teilgebiet und in die Ergebnisse jeder Einzeluntersuchung mit gleicher Gründlichkeit einzudringen.

Merkwürdiger ist, daß diejenigen, die seither die Gebiete Böhmens und der böhmischen Masse zusammenfassend dargestellt und sich hierbei, wie verständlich, auf die Schilderung und die Durchschnitte Krejčis gestützt haben, des besprochenen Irrtums nicht gewahr wurden und das Schema der Grabensenkung unbesehen annahmen. Eine graphische Darstellung zur Erläuterung dieser Auffassung oder eine anderweitige Begründung der Voraussetzung hat bisher niemand zu geben vermocht.

c) F. Katzer.

Katzer drückt sich in seinem sehr verbreiteten Buche[15]) über die Frage so aus (S. 962 f.): „Der in Mittelböhmen erhaltene Rest dieser Ablagerungen für sich betrachtet, bietet das Bild einer verwickelten Grabensenkung im Sinne des Meisters der Geotektonik Ed. Suess, das heißt das Bild eines von zwei ziemlich parallelen Bruchflächen eingeschlossenen, bei dem großen, längst begonnenen und noch immer währenden Schauspiele des Zusammenbruches der Erdrinde hinabgesunkenen Teiles derselben. Die eine dieser beiden Hauptbruchlinien dürfte der nordwestlichen Grenze des mittelböhmischen Granitgebirges entsprechen, die andere durch die Westgrenze des Pürglitz-Rokytzaner Porphyrmassives angedeutet sein und etwa von Kladno über Radnitz bis Chudenitz verlaufen."

Es ist bezeichnend für die Sachlage, daß die Grundlagen für die tektonische Vorstellung erst gesucht werden müssen. Zunächst handelt es sich darum, die SO- und die NW-Grenze der vorgestellten

[15]) Katzer, Geologie von Böhmen. Prag 1892. — Zweite (unveränderte) Ausgabe 1902.

Grabensenkung ausfindig zu machen. Von dem erwähnten Nordrande des großen mittelböhmischen Granitgebietes hat bereits Suess (Antlitz I, 168) wegen seines fast geradlinigen Verlaufes gegen NO vermutet, daß er einem Bruche entspricht, und diesen der Lettenkluft und den von Krejči (in den Erläuterungen) aufgestellten Bruchlinien angereiht. Der Verlauf dieser Linie ist zwar recht weit entfernt davon, geradlinig zu sein, dennoch ist im großen ihr Parallelismus mit jenen Störungslinien unverkennbar. Der Granit ist jedoch hier keineswegs passiv von einer Störung betroffen worden, sondern wahrscheinlich an einer entsprechenden Störungsfläche emporgedrungen. Wir besitzen an der Granitgrenze gegen die azoischen Schiefer keinen Anhaltspunkt, um über die Art der Bewegung, die sich hier abgespielt hat, etwas auszusagen. Dasselbe gilt für einen weiter im NO gelegenen Punkt (bei Tehov), wo die Granitgrenze durch im Kontakt veränderte untersilurische Gesteine gebildet wird, die hier abseits von dem zusammenhängenden altpaläozoischen Gebiete zwischen Granit und azoischen Schiefern auftreten und gegen den Granit einfallen [16]).

Nicht anders steht es mit dem Versuche, die NW-Seite des Pürglitzer Porphyrzuges als die andere (nördliche) Grenze der vorausgesetzten Grabensenkung zu verwerten. An der zwischen dem kambrischen Gesteinszuge von Skrej - Tejrzowitz im NW und dem südlich angrenzenden Zuge von Eruptivgesteinen verlaufenden „Bruchlinie von Skrej“ ist nicht zu erkennen, in welchem Sinne die angrenzenden Gesteinszüge bewegt worden sind. Wir mußten oben das im SO des Porphyrzuges folgende neuerliche Auftreten der azoischen Schiefer berücksichtigen, um zu schließen, daß der kambrische Gesteinszug gegenüber dem südöstlichen vorkambrischen Gebiete gesunken ist. Das ist also die entgegengesetzte Bewegung gegenüber derjenigen, die die Voraussetzung der Grabensenkung erfordert.

Um die Darstellung Katzers vollständiger wiederzugeben, sind noch einige Anführungen erforderlich. „Das zwischen den beiden Bruchflächen . . . hinabgesunkene Terrain wird selbst wieder von einer Unzahl von Verwerfungsklüften durchsetzt, durch welche Dislokationen hervorgebracht sind, welche den Bau des Gebirges sehr komplizieren“ (S. 963). „Dem System“ (der großen streichenden Bruchlinien) „gehören zunächst die beiden erwähnten Senkungslinien an; ferner die Sprünge, welche inmitten der großen Grabensenkung eine neue Senkung bewirkten und durch die Diabasmassen an der Grenze des Unter- und Obersilurs, sowie die vielfachen Einkeilungen obersilurischer Gesteine in untersilurische Schichten gekennzeichnet sind; weiter die Przibramer Lettenkluft und zahlreiche Verwerfungsspalten, welche im Wald- und Kalksteingebirge nachgewiesen sind“ (S. 964).

In Uebereinstimmung mit Katzer wird man an der Grenze von Unter- und Obersilur eine Störungszone annehmen müssen, auch

[16]) Krejči, Erläuterungen, S. 52 und Profil Fig. 21; Uebersicht, S. 48 und Profil Fig. 40. Katzer, Geologie, S. 994—997, Profil Fig. 472. Katzer hat selbst einen Beitrag zur Kenntnis der Kontakterscheinungen geliefert; Jahrb. Geol. Reichsanstalt, XXXVII, 1888, S. 355—416.

wenn man über die Natur dieser Störungen anderer Ansicht ist. Katzer sucht Barrandes Kolonien — diese sind unter den „Einkeilungen" zu verstehen — durch Senkungen an steil niedersitzenden Verwerfungen zu erklären; in seinen Profilen bezeichnet er die Kolonien als Verwerfungen, er macht aus der „Kolonie Haidinger" Barrandes eine „Verwerfung Haidinger" usw. Halten wir diesen Standpunkt fest, so ergibt sich für derartige Wiederholungen von Schichtengruppen (oberste Stufe [d_5] des Untersilurs, darüber obersilurische Graptolithenschiefer [e_1], [Verwerfung], im Hangenden abermals d_5 usw.), im südlichen Teile des Gebietes (bei Nordfallen): daß die südlich der Verwerfung gelegene Gebirgszone gesunken ist, — im nördlichen Teile des Gebietes (bei Südfallen): daß die nördliche Gebirgszone gesunken ist —, mithin eine Bestätigung der Regel von der Senkung der äußeren Gebirgsteile. Katzers Profile zeigen dies deutlich: Fig. 347, S. 923 für die Kolonie Haidinger im sogenannten Südflügel; Fig. 356, S. 926 für den Nordflügel. Betrachtet man aber eine Kolonie als eine durch zwei Verwerfungen hervorgebrachte Einsenkung [17]) von Graptolithenschiefer (e_1) in eine Schichtenfolge der Stufe d_5 nach Art eines örtlich beschränkten Grabenbruches, wie dies Katzer z. B. für die Kolonie Krejči (in dem eben angeführten Profil Fig. 347) anzunehmen scheint, so ist dadurch über das tektonische Verhältnis der im Liegenden der Kolonie auftretenden untersilurischen Gesteine zu den in ihrem Hangenden auftretenden nichts ausgesagt.

Bei anderen Längsbrüchen hat Katzer über den Sinn der Bewegung richtig geurteilt, wobei er dort, wo Krejči und andere ältere Beobachter von Hebung sprachen oder gesprochen hätten, der von ihm vertretenen Suess'schen Auffassung entsprechend, Senkung des anderen Gebirgsteiles voraussetzt. In solchen Fällen erscheint dann auch nach Katzer die äußere Gebirgszone gesunken und es ergibt sich daher für den aufmerksamen Leser ein Widerspruch zu der Auffassung des Gebietes als Grabensenkung. So heißt es S. 831, daß längs der Lettenkluft die Absenkung der Przibramer Partie (d. i. also des südöstlichen Gebirgsteiles) gegen das Trzemoschnagebirge stattfand. Von den im NW der Lettenkluft gelegenen Längsbrüchen, die in dem Profile Fig. 184, S. 831 verzeichnet sind, wird S. 832 vermutet, „daß auch hier stets der südliche Flügel gegen den nördlichen abgesunken sein dürfte" [18]). Von der großen Prager Bruchlinie, durch welche das Untersilur des nördlichen Teiles des Gebietes in zwei selbständige lange Züge zerfällt (vgl. oben S. 6), wird S. 836 erklärt, daß der nördliche Zug abgesunken ist.

Auch hinsichtlich der das obersilurisch-devonische Kalkgebiet durchsetzenden wichtigen Bruchlinie von Koda (vgl. oben S. 7) erkennt Katzer (S. 968 und 1069), daß der südliche Gebirgsteil gegen den nördlichen abgesunken ist. Er legt sich jedoch dieses Verhältnis durch den Hinweis zurecht, daß der genannte Sprung „gewissermaßen

[17]) Nur auf ein derartiges Lagerungsverhältnis könnte der Ausdruck „Einkeilung" angewandt werden.

[18]) Nach den im Profile dargestellten Lagerungsverhältnissen ist dieser Schluß nur mit der Einschränkung auf die im SO von Straschitz gelegenen Brüche richtig.

die Mitte der Grabensenkung andeutet". Es bedarf keiner Erläuterung, daß die Mitte einer regelrechten (annähernd symmetrischen) Grabensenkung, wie man sie sich vorstellt, nicht von einem Bruche, sondern von einer Gebirgszone gebildet wird, die tiefer gesunken ist als die beiderseits angrenzenden und die weiterhin folgenden Gebirgszonen. Der im SO des Bruches Koda - Srbsko gelegene Gebirgsteil bildet nach der älteren Anschauung nicht die Mitte des Gebietes, er gehört noch dem sogenannten Südflügel, d. i. dem südlichen Teile des Gebirges an, der durch vorherrschendes NW-Fallen gekennzeichnet ist. Er ist aber auch nicht der tektonisch zutiefst liegende Teil, obgleich er gegenüber der nördlich folgenden Gebirgszone gesunken erscheint; denn südlich folgen noch tiefer liegende Teile. Namentlich im südwestlichen Abschnitte des Gebietes sind jene Bruchlinien festgestellt, denen entlang — immer bei Annahme von Senkungen — die jeweils südlich folgende Gebirgszone gesunken ist. Der Mitte des ganzen Gebietes entspricht jedenfalls viel besser das im N des Bruches Koda-Srbsko liegende Kalkgebiet mit der länger im Streichen zu verfolgenden Mulde von Hostim-Hluboczep, in deren Kern die jüngsten Gesteine des Faltengebirges, die dem oberen Mitteldevon entsprechenden Tonschiefer (Stufe *H*) erhalten sind. Diese ist denn auch nach der alten Vorstellung der synklinalen Lagerung, die auch heute nicht leichterhand über Bord zu werfen ist, da sie ja auf den im großen zu beobachtenden Lagerungsverhältnissen beruht, als die Mitte jener idealen Mulde angesehen worden. Daß auch diese breitere Zone des Kalkgebietes nicht als der tektonisch zutiefst liegende Teil eines Senkungsgebietes betrachtet werden kann, ist klar. Sie liegt nicht nur höher als der südliche Teil des Kalkgebietes, sondern auch höher als die weiter im N folgenden Gebirgszonen, die, entlang von streichenden Bruchlinien abgetrennt, je weiter nördlich, desto tiefer liegen. Dagegen würde dieser nördliche Teil des Kalkgebietes vermöge seiner tektonisch hohen Lage dem mittleren, am höchsten liegenden Teile eines Horstes entsprechen, falls die beobachteten Lagerungsverhältnisse auf Senkungsbrüchen beruhen. (Vgl. oben S. 9 f.) Wie immer wir also versuchen, die Vorstellung der Grabensenkung anzuwenden, stets versagt solches Bemühen.

Daß die zahlreichen in der Geologie von Böhmen zumeist nach Krejči widergegebenen Durchschnitte in ihrer übergroßen Mehrzahl gegen die von Katzer vertretene Anschauung sprechen, bedarf nach dem vorangegangenen kaum eines Hinweises. Katzer hat das bekannte Barrand e'sche Idealprofil durch ein neues Idealprofil (Fig. 180, S. 829 und Fig. 612, S. 1070) ersetzt, dem noch einige Worte zu widmen sind. In dasselbe sind vier Längsbrüche aufgenommen. Im äußersten NW sieht man die „Phyllite des Urschiefergebirges" (die vorkambrischen Schiefer) und das Kambrium (von Skrej) gegen den Pürglitz - Rokytzaner Porphyrzug, bzw. gegen die im S desselben abermals auftretenden alten Schiefer abgesunken. An der Grenze des Untersilurs gegen das Obersilur ist (zur Erklärung der Kolonien) im NW wie im SO je eine Verwerfung eingezeichnet, durch die die Einschaltung der obersilurischen Graptolithenschiefer e_1 in die untersilurische Stufe d_5 hervorgebracht wird; in beiden Fällen

erscheint wieder die äußere Gebirgszone gesunken. Der vierte Bruch (von Koda) scheidet den südöstlichen Teil des Kalkgebirges, in dem Nordwestfallen herrscht, von seinem nordwestlichen Teil; der erstere erscheint gesunken. Die vier Längsbrüche trennen demnach fünf (in ihrer Zusammensetzung und Begrenzung ziemlich ungleichartige) Gebirgszonen: eine mittlere, zwei nördlich und zwei südlich gelegene[19]). Die beiden äußeren Zonen liegen am tiefsten, jede von ihnen ist gegen die nach innen folgende gesunken; diese nach innen folgenden Gebirgszonen erscheinen wieder gegen die mittlere gesenkt, der die höchste Lage zukommt.

d) F. E. Suess.

Die Stellung, die F. E. Suess in seinem sehr lesenswerten Buche[20]) in der erörterten Frage einnimmt, ist nicht ganz leicht zu erkennen. Die Voraussetzung der Grabensenkung steht auch hier im Vordergrunde und taucht aus der sonst gegenständlichen Schilderung immer wieder auf. Eine Veränderung oder wenigstens Klärung der Auffassung liegt darin, daß der Verfasser das Gebiet für ein altes Faltengebirge erklärt, das nach seiner Bildung von großen Verwerfungen zerstückelt worden ist. Diese würden daher gegenüber der Faltung eine jüngere geologische Erscheinung darstellen. „Das ganze Gebiet alter Sedimente Mittelböhmens stellt sich vielmehr dar als ein durch nordoststreichende Brüche zertrümmertes und abgesunkenes Stück eines gefalteten Gebirges“ (S. 110[21]). Dieses Urteil wird in der den Schluß des Abschnittes bildenden Uebersicht eingeschränkt durch die Bemerkung: „Das Gebiet war ohne Zweifel schon vor der Zerstückelung in die langen leistenförmigen Schollen in nordöstliche[22]) Falten gelegt; ein Teil der steilen Schichtenstellung, der steilen Schleppung und Schichtknickung und Faltung muß aber der Reibung und dem Drucke beim Niedergange der einzelnen Schollen zugeschrieben werden“ (S. 155[23]).

[19]) Diese hier der einfacheren Beschreibung wegen vorgenommene Gruppierung bringt keine Symmetrie im Aufbau zum Ausdrucke; nur in der Fallrichtung der Schichten zeigt sich Symmetrie im großen.

[20]) Franz E. Suess, Bau und Bild der Böhmischen Masse. Wien und Leipzig 1903.

[21]) Wenn der Verfasser sich hierbei auf die im vorangehenden Satze erwähnten Aufnahmen der geologischen Reichsanstalt und insbesondere Krejčis sorgfältige Studien zu berufen scheint, so kann in Uebereinstimmung mit früheren Erörterungen nur gesagt werden, daß die Ergebnisse jener Untersuchungen zur Annahme einer Senkung des ganzen Gebietes oder von ausgedehnten inneren Teilen desselben nicht berechtigen. Eine Berufung auf den wirklichen Urheber dieser tektonischen Vorstellung ist weder hier noch später erfolgt.

[22]) Gemeint sind nordöstlich streichende Falten.

[23]) Der Gedanke findet sich auch bei Katzer, nach dem sich die Druckwirkungen „in Zusammenfaltungen, Brüchen und Verwerfungen äußerten“, und der weiter erklärt: „Da das Gebiet von einer Reihe mehr minder paralleler Bruchflächen durchzogen wird, so hat sich entlang derselben die Absenkung als sogenannte Staffelgleitung vollzogen und ist stellenweise die Abgleitung mit einer Schleppung der Schichten verbunden gewesen“ (Geologie v. B., S. 965). Ein Hinweis auf bestimmte Vorkommnisse wird weder hier noch dort gegeben. Die Vorstellung

Eine weitere Veränderung ergibt sich daraus, daß F. E. Suess augenscheinlich einen Anschluß an die auf den beobachteten Tatsachen beruhende ältere Vorstellung von der synklinalen Lagerung zu gewinnen sucht. So ist S. 117 von dem „langgezogenen Ellipsoid des altpaläozoischen Senkungsgebietes", das vom Untersilur umschlossen wird, die Rede, worunter demnach nur das innen gelegene obersilurisch-devonische Gebiet verstanden wird. In viel umfassenderem Sinne wird S. 130 und 131 in den Bezeichnungen von Durchschnitten von der „muldenförmigen Grabensenkung" und dem „muldenförmigen Graben" gesprochen. In der Uebersicht wird S. 154 gegenüber der (schon lange aufgegebenen) Anschauung von einer „Bildung (der altpaläozoischen Sedimente) in einem geschlossenen Becken" und von der „Ablagerung in einer Mulde" erklärt: „Vielmehr stellt das Gebiet eine komplizierte konzentrische Grabensenkung an vorherrschend nordöstlichen Brüchen dar. In den am tiefsten gesenkten Teilen, in der Mitte sind die jüngsten Glieder der ganzen Schichtserie, die Kalke und Schiefer des Mitteldevon erhalten geblieben." Es ist kaum nötig, hier abermals darauf hinzuweisen, daß diese Vorstellung im Widerspruch zu den tatsächlichen Verhältnissen steht, da die von den jüngsten Gesteinen eingenommene Mitte des Gebietes gerade die tektonisch am höchsten liegenden Teile darstellt.

Auch bei F. E. Suess finden wir in bezug auf einige Längsbrüche richtige Urteile über den Sinn der Bewegung. So heißt es S. 118, daß die kambrischen Sedimente von Skrej—Tejrzowitz an einer Bruchlinie entlang des Pürglitzer Porphyrstockes abgesunken sind. Wenn man auch nicht zugeben kann, daß entlang dem Porphyrzuge eine derartige Bewegung zu erkennen ist, so liegt doch tatsächlich die im NW desselben befindliche, mithin die äußere Gebirgszone tektonisch tiefer als die nach innen folgenden Gebirgsteile. (Vgl. oben S. —.) S. 122 wird Näheres über die Przibramer Lettenkluft mitgeteilt, an der die (im NW liegenden) „azoischen Schiefer auf die kambrischen Grauwacken hinaufgeschoben scheinen". (Die inneren Gebirgsteile erscheinen daher gehoben.) Die Annahme einer Aufschiebung an der gegen NW geneigten Bruchfläche bildet eine Rückkehr zu einer den Beobachtungen besser entsprechenden Betrachtungsweise.

Auch die Bewegungen an den im NW der Lettenkluft von Krejči aufgestellten Längsbrüchen, die das große Gebiet der kambrischen Grauwacken und Konglomerate durchsetzen, scheinen nicht im Sinne der Grabensenkung aufgefaßt zu werden; denn S. 130 wird überraschenderweise von dem durch jene Brüche erzeugten „kambrischen Grauwackenhorst des Ždar- und des Trhonberges" gesprochen, „der nordöstlich unter die Stufe d_1 allmählich hinabtaucht". Unter Voraussetzung senkender Bewegungen erscheinen wirklich die

geht auf Krejči zurück, der mehrfach bemerkt hat, daß die Schichtenstörungen (Faltungen usw.) in der Nähe einer seiner Bruchlinien heftiger werden, und der die Faltungen in ihrer Gesamtheit auf die Bruchbildung zurückführt. (Vgl. oben S. 3 f.) Das Tatsächliche kann ich auf Grund eigener Beobachtung nur bestätigen. Es wird nötig sein, auf die Erscheinung und ihre Erklärung zurückzukommen. (Vgl. darüber auch S. 18 f. und Fußnote 27.)

südöstlich liegenden Schollen immer tiefer gesunken, so daß hier mindestens ein halber Horst angenommen werden kann[24]).

Hiernach wird man weniger erstaunt sein über den folgenden Satz: „Die Profile nach Krejči und Feistmantel mögen einen Begriff geben von den Unregelmäßigkeiten, durch welche das allgemeine Schema der konzentrischen Senkung des mittelböhmischen Paläozoikums gestört wird." Der Verfasser verweist damit auf fünf Profile durch den südwestlichen Teil der Silurmulde (Fig. 20—24, S. 129), die wie die übrigen von ihm wiedergegebenen Querschnitte nicht nur „Unregelmäßigkeiten", sondern zumeist in voller Deutlichkeit die oft erwähnte gegenteilige Regel erkennen lassen und daher gegen jenes Schema in offenem Widerspruch stehen. Gleich das erste der angeführten Profile (Fig. 20), das durch azoische Gesteine und tiefere untersilurische Stufen geführt ist, stellt einen ausgesprochenen Horst dar, indem gegen den breiten mittleren, im großen muldenförmig gebauten Teil im NW (außen) vier gegen SO fallende schmale Gebirgszonen regelmäßig treppenförmig abgesunken erscheinen, während im SO (außen) ein gegen NW fallendes Gebirgsstück ebenfalls gegenüber der Mitte gesenkt ist.

Im ganzen gibt F. E. Suess neun Querschnitte nach Krejči wieder, in denen 22 Längsbrüche dargestellt sind; von diesen zeigen 16 Brüche deutlich die Senkung des jeweils nach außen folgenden Gebirgsstückes, wogegen nur an einem Bruche ebenso deutlich das entgegengesetzte Verhalten zu erkennen ist. Rechnet man die Brüche, an denen der Sinn der Bewegung aus der Zeichnung nicht so klar hervortritt, hinzu, so finden wir 19 Brüche, welche unserer Regel folgen, gegenüber dreien, bei denen dies nicht der Fall ist[25]). —

So erscheinen F. Katzer und F. E. Suess als gewiß unbeeinflußte Gewährsmänner gegen die von ihnen vertretene Auffassung.

---

2. Vorläufiges zur Beurteilung der Längsbrüche.

Die im Streichen liegenden Störungen, die uns beschäftigen, sind aus den Lagerungsverhältnissen erschlossen worden und, wie das bei Verwerfungen größeren Ausmaßes zumeist der Fall ist, als solche

[24]) Diese Auffassung steht im Einklange mit dem von Krejči (Uebersicht, S. 15, Fig. 5) gegebenen langen Querschnitte, zum größten Teile auch mit dem schon (S. 12) erwähnten Profile Katzers (Geologie v. B., S. 831, Fig. 184), das nur in dem am weitesten gegen NW gelegenen, dem Žďarberge entsprechenden Teile insofern abweicht, als dieser nach den gezeichneten Lagerungsverhältnissen gegen den südöstlich liegenden Teil wieder ein wenig gesunken erscheint, wogegen allerdings (S. 832, mit Bezug auf das ganze Gebiet und das Profil) allgemein gesagt wird, daß „stets der südliche Flügel gegen den nördlichen abgesunken sein dürfte".

[25]) Daß „die Zone *H* bei Srbsko (an einer Verwerfung) abgesunken ist", hat F. E. Suess (S. 148) gleichfalls erkannt. (Vgl. oben S. 7.) Schließlich (S. 148) spricht er sogar von „kleinen Ueberschiebungen" der Gegend von Konjeprus, wo die devonischen Kalke f_2 von obersilurischen Kalken e_2 und diese von Graptolithenschiefern e_1 überlagert sind. (Von dieser wichtigen Störung, die J. Jahn in demselben Jahre [1903] bekannt gemacht und in ein schon 1891 angefertigtes Profil aufgenommen hat, soll später die Rede sein.)

nicht sichtbar; die Störungsflächen selbst sind im allgemeinen der Beobachtung nicht zugänglich. Im Untersilur verlaufen sie in Tonschieferzonen, in denen es an Aufschlüssen mangelt, und selbst die das Kalkgebirge durchsetzende wichtige Bruchlinie von Koda-Srbsko verläuft in Längstälern, die in den mitteldevonischen Tonschiefern der Stufe *H* ausgewaschen sind. Wenn wir in dem bei Radotin ins Berauntal mündenden Quertale aufwärts nach NW wandern, verqueren wir — wir befinden uns im sogenannten Südflügel und bewegen uns aus dem Liegenden ins Hangende — nach der Reihe die oberste Stufe des Untersilurs d_5, die verschiedenen Stufen des Obersilurs und die devonischen Knollenkalke g_1, die hierauf durch eine als die Fortsetzung des Bruches von Koda betrachtete Längsstörung abgeschnitten sind. Auf die steil aufgerichteten Knollenkalke g_1, die nahe der Bruchlinie stellenweise starke Störungen des regelmäßigen gleichgerichteten Einfallens (untergeordnete Faltungen usw.) erkennen lassen, folgt hier wieder das Obersilur (e_1 und e_2) in zumeist flacherer Lagerung, und dennoch ist auch hier die Grenze selbst nicht aufgeschlossen, auch dort nicht, wo die Orthocerenkalke e_2 nahe an die g_1-Kalke herantreten. Wieder verläuft die Störung durch kleine Längstäler, die durch die Graptolithenschiefer, vielleicht auch durch eine die Verwerfung begleitende Zertrümmerungszone bedingt sind.

Zu welchen Widersprüchen wir gelangen, wenn wir die großen Längsbrüche mit Krejči und mit E. Suess als steil niedersetzende, die Schichten verquerende Verwerfungen betrachten, ist oben gezeigt worden.

Wenn man ähnlichen, durch streichende Störungen hervorgerufenen Wiederholungen von Schichtenfolgen in den Alpen oder einem anderen Faltengebirge begegnet, so zweifelt heute wohl nicht leicht ein Beobachter, der mit derartigem Gebirgsbau vertraut ist, daran, daß man es mit Brüchen, die aus dem Faltungsvorgang hervorgehen, mit Faltungsüberschiebungen, mithin im großen mit Schuppenbau zu tun hat. Auch in anderen Gebieten sind jene Störungen gewöhnlich nicht aufgeschlossen; wir sehen zwar die jüngeren Schichtengruppen gegen die älteren, oder, wie wir vielfach zu sagen pflegen, unter die älteren Schichten einfallen, aber wir können nicht mit Sicherheit ermitteln, ob sich die jüngeren Schichten in der Tiefe wirklich unter die älteren fortsetzen, ob die älteren Schichten die jüngeren tatsächlich überlagern. (Vgl. den Querschnitt Abb. 1.) Die Fälle, die aus den Westalpen oder in den Ostalpen aus dem Sonnwendgebirge beschrieben wurden, in denen wir bei verhältnismäßig flacher Lagerung die älteren Gesteine unmittelbar auf den jüngeren liegen sehen und die Hand auf die Grenze legen können, sind nicht die Regel, sondern die Ausnahme. Und dennoch ziehen wir beispielsweise in den sog. österreichischen Voralpen und an vielen anderen Orten unbedenklich den Schluß, daß auf dem Faltenbau beruhende Ueberschiebungen jene Lagerungsverhältnisse hervorrufen.

Es ergibt sich die Frage: Dürfen wir die tektonischen Erfahrungen und Anschauungen, die in den Alpen und ähnlich gebauten Gebirgen gewonnen wurden, ohne weiteres auf ein Gebiet der böhmischen

Masse übertragen und auf ein geologisch älteres Gebirge anwenden? Die Faltungen, die das mittelböhmische ältere Paläozoikum kennzeichnen, greifen nicht auf das flach gelagerte Oberkarbon über, das in den anschließenden Gegenden zumeist auf vorkambrischen Gesteinen liegt, in einigen Vorkommnissen aber auch über untersilurischen Schichten erhalten blieb. Das mittelböhmische Faltengebirge muß demnach in dem das Oberdevon und das Unterkarbon umfassenden Zeitraume entstanden, über den Meeresspiegel erhoben, bzw. Festland geworden und weithin wieder abgetragen worden sein, so daß die festländischen Bildungen des Oberkarbons auf den genannten älteren Gesteinen abgelagert werden konnten. Wenn von irgendwelchen, so muß nämlich gerade von den jüngeren, den devonischen Schichtengruppen, unter denen sich pelagische und Tiefseeablagerungen befinden, angenommen werden, daß dieselben ehedem eine weitaus größere Verbreitung besessen haben, als ihnen heute zukommt.

Wir könnten uns darauf berufen, daß Ueberschiebungen auch in weit älteren Gebirgen festgestellt worden sind. Wenn wir aber nicht leichthin urteilen, sondern sorgfältig prüfen wollen — das scheint gerade im vorliegenden Falle, in dem der Gebirgsbau bis vor kurzem anders aufgefaßt wurde, geboten zu sein —, so werden wir uns diesen Bau zunächst etwas näher besehen, Schichtenstörungen, besonders Brüche genauer kennen zu lernen suchen. An Gelegenheit hierzu fehlt es nicht. „Die Verwerfungsklüfte im böhmischen Silur sind unzählbar, sie begleiten den Beobachter auf allen Wegen", sagt Krejči (Erläuterungen, S. 82) mit voller Berechtigung. Wer es nicht verschmäht, ins kleine und einzelne zu dringen, wird manches ermitteln können, das auch auf den Gebirgsbau im großen ein Licht wirft.

Daß die in Mittelböhmen auftretenden altpaläozoischen Schichtengruppen eine kräftige, stellenweise sogar eine hochgradige Faltung erfahren haben, darüber kann schon lange kein Zweifel mehr bestehen. Es ist unmittelbar aus der Beobachtung zu entnehmen und eine in vielen Querschnitten festgelegte Erfahrung. Derartiges mit den an Verwerfungen zu beobachtenden Schleppungserscheinungen zu vergleichen, geht schon darum nicht an, weil jene Faltungen von Schleppung zu verschieden sind. Eine Schleppung ist überdies immer eine örtlich beschränkte Schichtenstörung, und nur, wo die Verwerfungen sich häufen und nahe aneinander treten, häufen sich unter Umständen auch die Schleppungserscheinungen, die aber auch dann von regelmäßiger Faltung leicht zu unterscheiden sind. Man sieht die Schleppung auch in diesem Falle an die Verwerfung gebunden [26]).

Eine in regelmäßige Falten gelegte Schichtengruppe können wir rücksichtlich der Ausbildung der Falten und aller tektonischen Er-

[26]) Es wird sich Gelegenheit ergeben, einen Fall von gehäuften und heftigen Schleppungserscheinungen aus einem weithin durch sehr ruhigen Bau ausgezeichneten Gebiete der Salzburger Alpen zu beschreiben. (Vorläufig wäre zu verweisen auf F. Wähner, Einiges über Gebirgsbau und Gebirgsbewegungen; Schriften Ver. z. Verbr. natw. Kenntn. in Wien, LVI., 1916, Taf. 1 und zugehörige Erklärungen (S. 230). Auch hier sind diese Störungen getrennt durch kleine und große, von Störungen unberührte Strecken, in denen die Schichten horizontale oder sehr flache Lagerung zeigen.

scheinungen auf das genaueste beschreiben, im allgemeinen aber können wir darüber, auf welche Ursache immer wir die Faltung zurückführen mögen — Volumvergrößerung der Gesteine ausgenommen — nicht viel anderes aussagen, als daß die Schichtengruppe augenscheinlich seitlich (tangential) zusammengeschoben und dadurch gefaltet worden ist [27]).

Die starke seitliche Zusammenschiebung der Schichtengruppen, die mit kräftiger Faltung verknüpft ist, pflegt sich auch in anderen tangentialen Bewegungen zu äußern. Im folgenden sollen Beobachtungen mitgeteilt werden, welche zeigen, daß Anzeichen lateraler Bewegung im mittelböhmischen Faltengebirge in der Tat in großer Zahl vorhanden sind. Aus ihnen kann selbstverständlich nicht sofort mit Sicherheit auf die Natur der großen Längsbrüche geschlossen werden. Sie beweisen schließlich nichts anderes als der Faltungsvorgang selbst, der ebenfalls Bewegung in tangentialem Sinne darstellt. Aber sie tragen mit dazu bei, ein kräftig bewegtes Faltengebirge erkennen zu lassen, dem man wohl auch zutrauen darf, daß bei seiner Bildung jener Grad des Seitenschubes und der Schichtenstauung erreicht wurde, der sich in den Faltungsüberschiebungen kundgibt.

---

3. Weitere Kennzeichen tangentialer Gebirgsbewegung.

a) Bewegungsspuren an Schichtflächen.

Eine ungemein häufige Erscheinung, die in den meisten Schichtengruppen des älteren Paläozoikums Mittelböhmens zu beobachten ist, ist das Auftreten von Glättung oder von Rutschstreifen auf Schichtflächen; nicht selten sind diese in ausgesprochene Rutschflächen verwandelt. Am leichtesten erkennt man solche Zeichen von Bewegung in den deutlich geschichteten kalkigen Bildungen, in den obersilurischen Stufen e_2 und f_1 und in den devonischen Knollenkalken g_1 und g_3. In den dunkel gefärbten Kalken (e_1 β usw.) und in Kalken mit dunklen Zwischenlagen sieht man sehr oft spiegelnde Harnische an Stelle der Schichtflächen. Bekannt sind diese in den f_1-Kalken; auch in g_1 sind sie recht häufig. Im Untersilur sind die Anzeichen von Bewegung an Schichtflächen vielleicht nur deshalb leichter an den harte Gesteine enthaltenden Stufen festzustellen, weil diese häufiger aufgeschlossen sind. In untersilurischen Quarziten sind Rutschflächen nicht selten entlang den dickeren, aus Tonschiefer bestehenden Zwischenlagen der Sandsteinbänke zu sehen, nicht so leicht hin-

[27]) Es scheint allerdings ein ursächlicher Zusammenhang zwischen manchen Vorkommnissen kleiner enger Falten und den großen Längsbrüchen zu bestehen. (Vgl. oben S. 14 und Note 23.) Aber für den Standpunkt, der diese Brüche aus der Faltung hervorgehen läßt, ist jener Zusammenhang ein anderer als der, den man früher vermutet hat. An jenen Stellen, an denen die seitliche Zusammenschiebung ein hohes Maß erreichte, konnten einerseits die Schichten in besonders enge Falten gelegt werden, konnte es anderseits zur Trennung der Gesteine an Ueberschiebungen kommen.

gegen an den nur mit papierdünnen Zwischenmitteln bekleideten Schichtflächen der dicken Bänke. Es ist verständlich, daß an den ersteren Bewegung leichter und daher häufiger eintritt. Die ersterwähnten Rutschflächen sind in den im Betriebe stehenden Steinbrüchen sehr vergänglich, da die mürben Zwischenlagen von den harten Gesteinsbänken leicht abbröckeln.

Eine leicht zugängliche Stelle, an der die Erscheinung gut zu beobachten ist, befindet sich an dem gegen die Moldau gerichteten Vorsprunge des Wyschehrader Felsens in Prag, der vor einigen Jahren mit einem Straßentunnel durchbrochen worden ist. Steil aufgerichtete, wellig gebogene Sandsteinbänke der Grauwackenschiefer d_4 des Untersilurs fallen hier (im Nordflügel) „widersinnig“ gegen NW. Einige Schichtflächen, die dem von N kommenden zugewendet sind, sind mit schwach ausgeprägten, aber deutlichen Rutschstreifen bedeckt, die auf den steilen Fächen ungefähr in der Richtung des Fallens verlaufen. Zumeist sind hier die Streifen als Abformung auf einem Quarzhäutchen zu sehen, das die Schichtflächen überzieht, und gerade der letzterwähnte Umstand bewirkt wohl, daß die verhältnismäßig zarten Streifen an der Oberfläche sich so lange erhalten. Man sieht sie am besten, wenn man unmittelbar vor dem gegen Prag gerichteten Tunneleingang auf der hochgelegenen Straße einige Schritte nach rechts gegen die Moldau zu geht und von diesem nach der Flußseite abgeschlossenen Punkte die gegen den Beschauer fallenden Schichtflächen betrachtet. Die Streifen sind auch im photographischen Bilde erkennbar.

Oberhalb Hluboczep sind hart an dem höheren Teil der Strecke Smichow—Hostiwitz der Buschtiehrader Bahn steil aufgerichtete dicke Bänke der g_3-Knollenkalke des Südflügels aufgeschlossen, wobei ausgedehntere Teile der hangenden Schichtflächen entblößt sind. Vier oder fünf (nahe übereinander folgende) der sonst so unebenen Schichtflächen dieser Knollenkalke sind durch die Gebirgsbewegung auffallend eben geworden, sie haben ihre knollige Beschaffenheit insoweit eingebüßt, als die emporstehenden Teile der Knollen abgeschliffen sind, und nur an den zwischen den Knollen liegenden, teilweise erhaltenen Vertiefungen ist die knollige Beschaffenheit noch erkennbar. Die Rutschstreifen sind besonders dort noch gut sichtbar, wo ein auf der Rutschfläche ausgeschiedenes Kalkspathäutchen sich erhalten hat; sie verlaufen auch hier in der Fallrichtung der Bänke.

Man muß sich hüten, den in Rutschflächen verwandelten Schichtflächen allzu große tektonische Bedeutung beizumessen. Besonders wenn solche innerhalb einer engeren Schichtengruppe auftreten, sind sie keineswegs als Bewegungsflächen höherer Ordnung, als mit Schichtflächen zusammenfallende Längsbrüche anzusehen. Ein Teil der Bewegungsspuren auf Schichtflächen entsteht wohl in engster Verbindung mit dem Faltungsvorgange. Bei der Faltung verschieben sich die festen Gesteinsbänke um geringe Beträge entlang den Schichtflächen, d. i. entlang den weicheren Zwischenlagen und den dünnen Zwischenmitteln quer zu den Achsen der Falten. Die Zwischenlagen und Zwischenmittel erleichtern und begünstigen dadurch das Zu-

standekommen der Faltung in hohem Grade [28]). An heftig gefalteten dünnplattigen Kalken ist in frischen Aufschlüssen stets Glättung der Schichtflächen zu beobachten. Ein gutes Beispiel bietet der bekannte Barrandefelsen bei Prag [29]).

b) Ablösung von Schichtengruppen.

Der eben erwähnte Barrandefelsen, links der Moldau zwischen Slichow und Kuchelbad gelegen, bietet einen in mehrfacher Hinsicht bemerkenswerten Bau. Die zahlreichen engen Falten, in die hier dünnplattige obersilurische Kalke (vielleicht noch zum Teile zu e_2 gehörig, besonders aber die jetzt als oberstes Silur angesehenen f_1-Kalke) zusammengeschoben sind, greifen nicht auf den darunterliegenden hellen (sicheren) Orthocerenkalk e_2 und ebensowenig auf die im Hangenden folgenden devonischen Kalke über. Namentlich die durch Steinbrüche gut aufgeschlossenen Knollenkalke g_1 lassen auf weite Erstreckung (im Streichen sowohl wie in der Fallrichtung) nur auffallend ebene Schichtflächen erkennen. Wir befinden uns hier im Südflügel der großen Mulde von Hluboczep (und im sog. Südflügel des ganzen Gebietes), alle Schichtengruppen sind ziemlich steil aufgerichtet und fallen gleichmäßig in annähernd nordwestlicher Richtung. Diese konkordante Lagerung der Schichtengruppen beruht auf einer Faltung, die sich unter großen räumlichen Verhältnissen abgespielt hat und durch die u. a. die ausgedehnte Mulde entstanden ist, in deren Kern im Tale von Hluboczep die jüngste Schichtengruppe des Faltengebirges (Stufe H) auftritt. Eine Abweichung von dieser im großen zu beobachtenden Lagerung zeigen die erwähnten dünnbankigen Kalke des Barrandefelsens, die in so weitgehender Art in enge Falten gelegt sind [30]) (Taf. I [1], Abb. 1). Die Bildung dieser kleinen Falten war nur möglich, wenn sich die Schichtengruppe hierbei sowohl von ihrem Liegenden als vom Hangenden entlang Schichtflächen abgelöst hat. Die der Beobachtung zugänglichen Bewegungsspuren stehen mit diesem Schlusse in Übereinstimmung. Die innerhalb der Gruppe der stark gefalteten Kalke erkennbare Glättung der Schichtflächen, die vornehmlich die dunklen Zwischenlagen zeigen, ist wohl auf eben diese hochgradige Faltung zurückzuführen. In größtem Ausmaß aber finden sich Rutschspiegel nächst der Hangendgrenze der f_1-Kalke, wo eine mit *Spirifer inchoans*

---

[28]) Hierüber wie über weitere einschlägige Vorgänge Ausführlicheres an anderer Stelle. Vorläufig wolle der oben angeführte Vortrag [26]) verglichen werden (S. 222 ff.).

[29]) Počta hat gezeigt, daß die an dieser Oertlichkeit aufgeschlossene prächtige Faltung unter Bruch erfolgt ist, und weitgehende Gesteinszertrümmerung (bis zur Mikrobreccienbildung) von den Biegungsstellen der Falten beschrieben. Prof. Phil. Počta, Ueber Büge in den Schichten des Barrandeschen Felsen. 1 Taf. (Sitzungsberichte d. kgl. böhm. Ges. d. Wiss. Prag 1908, S. 1—19.)

[30]) Daß am Barrandefelsen „die gefalteten Schichten zwischen anderen Kalkschichten liegen, die ebene Flächen haben“, ist vor mehreren Jahrzehnten Krejči (Uebersicht, S. 93) aufgefallen, der tektonische Unregelmäßigkeiten stets beachtet zu haben scheint und zur Erklärung der hier auftretenden Faltung eine besondere Ursache heranzuziehen sucht. Er meint, daß diese merkwürdigen Faltungen sich „leichter durch eine Infiltration und Imprägnierung ehedem tonschieferiger Gesteine durch Kalk und die daraus sich ergebende Anschwellung und Fältelung der Schichten erklären“ lasse, „als durch den Druck der nachbarlichen Diabase“.

Barr. erfüllte dunkle Kalkbank und die ihr benachbarten Bänke nicht bloß an den Schichtflächen Harnische zeigen, sondern wo dichte dunkle Gesteinslagen auch im Innern von zahlreichen glänzenden Rutschspiegeln durchzogen sind. Musterbeispiele von Harnischen sind von hier in Sammlungen gewandert, die Spiriferenbank hat ihres Inhaltes wegen ebenfalls zur Ausbeutung gereizt, und so bildet das jetzt an der erwähnten Hangendgrenze sichtbare Vorkommen nur einen Rest des noch vor einem Jahrzehnt sehr schönen und lehrreichen Aufschlusses.

In diesen obersten Schichten der Stufe f_1 vollzieht sich der tektonische Uebergang zwischen der überaus heftigen Faltung der obersilurischen Kalke und der ruhigen Lagerung der ebenfalls steil aufgerichteten devonischen Kalkschichten. Die wenigen dicken Bänke sehr harten hellen gelblichen bis blaßrötlichen Crinoidenkalkes, die als eine Vertretung der Stufe f_2 betrachtet werden, sind von jener Faltung bereits unberührt, und in den darüber folgenden Knollenkalken g_1 zeigt sich in der Richtung gegen das Hangende erst in großer Entfernung auf ganz kurze Erstreckung wieder eine mehr ins Kleine gehende wellige Faltung einiger Bänke dieser hier sehr mächtigen Schichtengruppe. Bezeichnenderweise wird durch die am Barrandefelsen aufgeschlossene kräftige Faltung eines kleinen Teiles der obersilurisch-devonischen Schichtenreihe an der im großen deutlich ausgeprägten konkordanten Folge dieser Gesteine nichts geändert, so weitgehend auch die Abweichung in den Lagerungsverhältnissen jenes Teiles erscheint.

Die stark gefalteten obersilurischen Kalke des Barrandefelsens kann man nach S an der Straße, die hier beinahe im Streichen verläuft, bis in einen schräg in das Gehänge eingreifenden Steinbruch verfolgen, und hierbei ist zu beobachten, daß dieselben Gesteinsbänke im SW bei steilem nordwestlichem Fallen auf weite Erstreckung vollkommen ebene Schichtflächen darbieten. Die Verbiegung und Zerknitterung zu kleineren und größeren Falten stellt sich gegen NO an der Straße an einer bestimmten Stelle ein, indem die Schichten sich zunächst plötzlich kräftig nach abwärts biegen. Im Steinbruche sind diese (hier nicht kleingefalteten) Schichten von einer mächtigen Bank hellen Orthocerenkalkes unterlagert, in dessen Liegendem die Uebergangsschichten $e_1 \beta$ aufgeschlossen sind[31]). Alle diese tieferen Schichten sind an der am Barrandefelsen erkennbaren Faltung nicht beteiligt. Da sie aber im unmittelbaren Liegenden der Falten (am Fuße des Barrandefelsens) nicht aufgeschlossen sind, so könnte es sein, daß sie dort mit den jüngeren Schichten gefaltet sind. Zweifellos, da deutlich zu beobachten, ist jedoch die oben beschriebene Ueberlagerung der stark gefalteten obersilurischen Gesteine durch jüngere, nicht ins Kleine gefaltete Schichten.

Derartige Abweichungen in den Lagerungsverhältnissen kommen im mittelböhmischen Faltengebirge nicht selten vor. E. Kayser hat einen Fall vor einigen Jahren aus der Gegend von Hostim erwähnt

[31]) Ueber Versteinerungen derselben vgl. J. J. Jahn, Geolog. Exkursionen im ält. Paläozoikum Mittelböhmens. Internat. Geol.-Kongr. Wien 1903, S. 9.

und mit einem von Holzapfel aufgenommenen Lichtbilde erläutert [32]. Man sieht hier innerhalb der engeren Schichtengruppe g_1 in zahlreiche kleine Falten gelegte dünnschichtige „Mergelkalke“ getrennt durch einige viel schwächer gefaltete dicke Kalkbänke, die auf eine größere Strecke ganz ebenflächig begrenzt sind. Ob man nun dem Unterschied in der Gesteinsbeschaffenheit (er ist geringfügig) oder der Gliederung in dünne Schichten den größeren Einfluß auf die Art der Faltung zuzuschreiben geneigt ist — die Schichtung beruht auf dem Vorhandensein von tonhaltigen Zwischenmitteln (die in den dünnplattigen Knollenkalken reichlicher auftreten), mithin ebenfalls auf der Gesteinsbeschaffenheit —, sicher ist, daß beide Umstände bei der Faltung der bergfeuchten Gesteine wirksam sind und daß die dickbankigen Kalke sowohl von den liegenden wie von den hangenden dünnschichtigen Knollenkalken sich abgelöst haben mußten, damit jeder der drei Teile der Schichtengruppe für sich gefaltet werden konnte.

Die obersilurische Stufe $e_1 \beta$, die Uebergangsschichten zwischen den Graptolithenschiefern $e_1 \alpha$ und den Kalken e_2, die im wesentlichen aus Schiefern und Kalkbänken in vielfacher Wechsellagerung bestehen, ist infolge dieses Aufbaues zur Ausbildung kräftiger Faltung sehr geeignet. Ein oft erwähnter und viel besuchter Aufschluß in diesen Schichten ist der Südabhang des Jaworkaberges gegen die Beraun bei Karlstein, der von Jahn eingehend beschrieben worden ist. Die genannten Gesteine sind hier in enge geneigte Falten von ungleichmäßigem Bau zusammengeschoben, der darauf beruht, daß die dünnen dunklen Schichten stellenweise noch heftiger und mehr ins Kleine gefaltet sind als eine in sie eingeschaltete, bis zu 1 *m* mächtige helle Crinoidenkalkbank [33].

Wer einmal seine Aufmerksamkeit auf derartige Vorkommnisse gelenkt hat, erkennt sie auch an minder günstigen Aufschlüssen. So, wenn über kräftig gefalteten und steil aufgerichteten viel flacher gelagerte Schichten derselben Stufe aus dem Gehänge heraustreten. Danach scheint es sich um eine im Gebiete recht verbreitete Erscheinung zu handeln. Unter kleineren Verhältnissen tritt uns diese entgegen, wenn innerhalb einer steil aufgerichteten Schichtengruppe eine kleine Folge von dünnen Bänken wellig gebogen erscheint, wogegen die sie einschließenden dicken Bänke ebenflächig begrenzt sind. In den guten Aufschlüssen der untersilurischen Stufe d_4 ist dies an Sandsteinbänken gut zu sehen, obgleich derartige Vorkommnisse nicht so auffällig sind als die früher erwähnten, in denen kräftige Faltung einen viel stärkeren Gegensatz hervorruft.

---

[32]) E. Kayser, Lehrb. d. allgem. Geol., 4. Aufl., Stuttgart 1912, S. 192 und Fig. 132, S. 191.

[33]) J. J. Jahn, Beitr. z. Stratigr. u. Tekt. der mittelböhm. Silurform. (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1892, S. 413, Fig. 5.) Die Ungleichmäßigkeit der Faltung, dazu Verschiebungen und Zerreißungen treten in der Natur noch stärker hervor als in der angeführten, sonst sehr genauen Zeichnung, die die beobachteten Verwicklungen in ein einfacheres System zu bringen sucht. — In einem der bekannten, von dem Prager Photographen Eckert aufgenommenen großen geologischen Lichtbilder, die in viele Institute gelangt sind, ist ein bezeichnender Teil des Aufschlusses in großem Maßstabe wiedergegeben.

In besonders (fast mikroskopisch) kleinem Maßstabe kann eine im wesentlichen gleichartige Erscheinung an in Steinbrüchen aufgelesenen Gesteinsstücken, u. zw. an Tonschiefern, festgestellt werden, die als verhältnismäßig dünne Zwischenlagen untersilurische Sandsteinbänke trennen. An solchen Zwischenlagen wurden gut ausgeprägte (kräftig gestriemte) ebene Rutschflächen, die mit den Sandsteinbänken parallel verlaufen, und an manchen den Rutschflächen benachbarten Schieferblättern derselben Zwischenlage eine überaus zarte Fältelung beobachtet, die die Richtung der Rutschstreifen unter verschiedenen Winkeln kreuzt, mit scharfer Lupe gut sichtbar ist und mit ähnlicher feiner Fältelung verglichen werden kann, wie sie auf ebenen Schichtflächen von Phylliten häufig vorkommt. Es ist klar, daß jene Fältelung durch die schichtenparallele Bewegung, die zwischen den Sandsteinbänken sich abspielte, hervorgerufen worden ist; wir erkennen demnach einerseits kräftige Bewegung (Gleitung), die durch die weiche tonige Zwischenlage erleichtert wurde, den primären Vorgang, anderseits leichte Stauung in benachbarten Teilen der Zwischenlage. In diesem Falle läßt die schichtenparallele Rutschfläche die Verknüpfung der Faltungserscheinung (Fältelung) mit der „Ablösung" einer Schichtengruppe deutlich hervortreten.

Es ist verständlich, daß Ablösungen von Schichtenreihen sich noch leichter vollziehen, wenn eine ganze ziemlich mächtige Schichtengruppe von weichen oder dünnplattigen (leichter beweglichen) Gesteinen Folgen von festen oder härteren oder aus mächtigen Bänken bestehenden (schwerer beweglichen) Gesteinen zwischengelagert ist. Es kann dann zur Ausbildung selbständigen Baues der einzelnen Gesteinsfolgen kommen, sei es, daß dieser Bau im wesentlichen durch Faltung oder durch Bruch hervorgerufen wird. Zur Entstehung solch selbständigen Baues einer Schichtengruppe gehört, daß dieselbe sowohl von der überlagernden (falls eine solche vorhanden) wie von der unterlagernden Schichtenreihe sich ablöst. Für den alpinen Gebirgsbau sind solche Vorgänge von großer Bedeutung, wie an anderer Stelle gezeigt werden soll [34]). Im mittelböhmischen Faltengebirge dürfte der vergleichsweise selbständige Bau, der einzelnen Stufen des Untersilurs zukommt, auf solche Art zu erklären sein. So ist an der Stufe d_4 nicht selten zu erkennen oder es ist doch mit Wahrscheinlichkeit zu schließen, daß sie für sich (ohne daß andere Stufen an diesem Bau teilnehmen) in Falten gelegt und durch Brüche verschiedener Art zerstückelt worden ist [35]). Oft beruht auf solchem Bau eine außerordentlich große

[34]) Die für diese Erscheinung angewandten Bezeichungen „unharmonische", „diskordante Faltung", „Abscherungsfalten" (Buxtorf, Wilckens, Tornquist) deuten an, daß man sie für verhältnismäßig selten hält; sie zeigt jedoch in Wirklichkeit weite Verbreitung.

[35]) Ein leicht erreichbarer schöner Aufschluß in zumeist steil aufgerichteten d_4-Schichten, der solchen, hauptsächlich durch größere und kleine Falten gekennzeichneten Bau erkennen läßt, befindet sich am rechten Gehänge des Moldautales zwischen Komorzan und Zavist bei Königsaal, das durch die in geringer Höhe über dem Flusse verlaufende Eisenbahnstrecke angeschnitten ist. Man sieht das Wesentliche schon im Vorüberfahren mit dem Dampfer bei Nachmittagsbeleuchtung. Manche der hier zu beobachtenden Faltungen und Brüche pflege ich

scheinbare Mächtigkeit der betreffenden Schichtengruppe. Krejči hat solche übergroße Mächtigkeiten einzelner Stufen bereits auf Störungen zurückgeführt.

Gegenüber dem Schlusse, daß solche und andere Vorkommnisse auf einen verhältnismäßig selbständigen Bau der betreffenden Silurstufe hinweisen, läßt sich einwenden, daß die Höhe der Aufschlüsse stets sehr beschränkt ist und daß uns darin ohne Zweifel nur ein geringfügiger Teil der mächtigen Gebirgsmassen erhalten ist, die sich einst darüber erhoben und seither abgetragen wurden. Man könne daher nicht wissen, ob nicht früher in größerer Höhe jüngere Gesteine mit eingefaltet und so an jenem Gebirgsbau beteiligt gewesen sind. Wie aber in dem erwähnten Beispiele (und auch sonst auf weite Erstreckungen) die Stufe d_4 für sich eine breite Gebirgszone zusammensetzt, wobei keineswegs eine einfache und einheitliche Schichtenfolge, sondern diese in vielfachen tektonischen Wiederholungen vorliegt, so sehen wir anderwärts eine ebenfalls breite Gebirgszone aus einer anderen Schichtengruppe, z. B. aus der Stufe d_5 aufgebaut, die wieder in sich gefaltet und an Brüchen verschoben erscheint, wobei abermals kein anderes Gebirgsglied an diesem Bau beteiligt ist. Es ist ferner zu berücksichtigen, daß in einer solchen Gebirgszone nicht nur die Gesteine der jüngeren, sondern auch die der älteren Stufen fehlen, deren Vorhandensein doch wohl zu erwarten wäre, wenn nicht wirklich ein selbständiger Bau vorläge, der nur unter Ablösung der Schichtengruppe von ihrem Liegenden und Hangenden entstanden sein kann [36]).

c) Beobachtungen an Querbrüchen.

Querbrüche (und Diagonalbrüche) sind schon seit langem durch den Eisenerzbergbau sowohl des Nord- als des Südflügels bekannt geworden. (Lipold, Helmhacker, Vala, Feistmantel.) Sie

---

in Lichtbildern als Beispiele bei der Behandlung der Lagerungslehre zu verwenden. Soweit ich nach meinen Aufnahmen und nach der Erinnerung es beurteilen kann, hat R. Kettner in einem Profile (B. z. K. d. geol. Verh. d. Umgeb. v. Königsaal, Verh. Geol. Reichsanst. 1914, S. 885, Fig. 1) eine recht genaue Darstellung jener Faltungen gegeben, die sich sehr zu ihrem Vorteile von den älteren, auch den in großem Maßstabe gehaltenen, zu stark schematisierten Querschnitten unterscheidet. — Derartige Vorkommnisse führen zur Vermutung, daß eine aus einer einzelnen Stufe bestehende Gebirgszone auch dort, wo sie bei großer Mächtigkeit eine isoklinale, scheinbar einheitliche Schichtenfolge darstellt, in Wirklichkeit mehrfach in sich gefaltet ist.

[36]) Ob die einzelnen Stufen des Untersilurs wirklich so scharf voneinander geschieden sind, wie es vielfach den Anschein hat, darf bezweifelt werden. Genaueste Durchforschung günstiger Aufschlüsse wird vielleicht lehren, daß diese Zonen an ihrer stratigraphischen Grenze tektonisch ineinandergreifen. Solche Funde würden nicht gegen die Annahme vergleichsweise selbständigen Baues der betreffenden Schichtengruppen sprechen. Das „sandig-tonige" Untersilur in seiner Gesamtheit und die Gesamtheit der überwiegend kalkigen obersilurisch-devonischen Stufen sind in ihrem Auftreten im allgemeinen ebenfalls recht selbständig. Dennoch ist gerade hier tektonisches Ineinandergreifen der beiden Grenzstufen d_5 und e_1 in nicht wenigen Fällen, nicht nur in der weitaus vorherrschenden Zahl der Barrande'schen Kolonien, festgestellt. Mit diesen wie mit einem lange bekannten Vorkommen von Untersilur inmitten des Kalkgebietes werden wir uns noch zu beschäftigen haben.

haben die Erzlager auf kleinere oder größere Strecken ins Liegende, bzw. ins Hangende verworfen, dürften mithin, da die Schichten in der Regel ziemlich steil aufgerichtet sind und das Maß der horizontalen Verschiebung oft beträchtlich ist, mehr oder minder ausgesprochene Blattverschiebungen darstellen. Beobachtungen über das Auftreten von Rutschstreifen auf den Bruchflächen und ihr Verhalten werden nicht mitgeteilt, es fehlen daher genauere Aufschlüsse über die Richtung der Bewegungen.

Krejčis Bemerkungen über das „Kluftsystem mit nordwestlichem Streichen“ haben wenig Anklang gefunden, wohl aus dem Grunde, weil er von der Ansicht ausging, daß die Täler Gebirgsspalten entsprechen. (Uebersicht, S. 99.) Es kann vorweg gesagt werden, daß Querbrüche in so großer Zahl vorkommen, daß jedes Quertal nicht nur mit einem, sondern mit mehreren, manche mit vielen Querbrüchen zusammenfallen, daß mithin bei der doch recht verschiedenen Richtung der Täler auf nähere ursächliche Beziehungen zwischen diesen Erosionsformen und den Brüchen nicht geschlossen werden kann.

Mit Recht haben neue verdienstliche Arbeiten dem Auftreten von Querbrüchen weit größere Beachtung geschenkt, als dies vordem der Fall war [37—40]. Wenn ihnen auch geringere tektonische Bedeutung zukommt als den großen Längsstörungen, die Wiederholungen umfangreicher Schichtenreihen hervorrufen, so braucht man doch nur eine der Karten zu vergleichen, die den angeführten Veröffentlichungen beigegeben sind, namentlich die in größerem Maßstabe gehaltenen, wie Kettners Karte des Motoltales 1 : 30.000, um zu erkennen, welch großen Einfluß diese Brüche dadurch, daß sie die Schichtengruppen an so vielen Stellen um ansehnliche Beträge quer auf das Streichen verschieben, auf das Kartenbild ausüben. Zugleich zeigt sich, daß erst durch solche kartographischen Darstellungen für unser Gebiet der Standpunkt der Uebersichtsaufnahmen völlig überwunden ist.

Erlauben uns diese Verschiebungen von Schichtengruppen auf das Vorhandensein von Querbrüchen zu schließen, so ermöglichen die zahlreichen künstlichen Aufschlüsse im mittelböhmischen Faltengebirge, die Querbrüche selbst zu sehen, an den bloßgelegten Bruchflächen genauere Beobachtungen über die relative Richtung, in der sich die durch sie zerschnittenen Gebirgsstücke bewegt haben, vorzunehmen und sie in den verschiedensten Schichtengruppen in außerordentlich großer Zahl auch dort festzustellen, wo die durch sie hervorgerufenen Verschiebungen zu geringfügig sind, um daran die Brüche zu erkennen. Dazu kommt, daß die Aufschlüsse uns mit einer Art von Querbrüchen

[37]) Jos. Woldřich, Die geolog. Verhältnisse der Gegend zwischen Litten-Hintertřebáň und Poučník bei Budňan. (Sitzgsber. d. kgl. böhm. Ges. d. Wiss. in Prag 1914.)

[38]) J. Čermák, R. Kettner a J. Woldřich, Průvodce ku geol. a morf. Exkursi česk. přírodozpytců a lékařů v Praze 1914 do údolí motolského a šáreckého u Prahy. (Sborník klubu přírodov. v Praze 1913, I.) V Praze 1914.

[39]) R. Kettner, Zprava o geol. studiích v okolí Dobříše a Nového Knína. (Sborník České společnosti zeměvědné, XXI, 3—4, 1915.)

[40]) R. Kettner, O slepencích žiteckých, nejspodnějším horizontu českého kambria. (Rozpravy České Akad. XXIV, tř. II, čís. 34.) V Praze 1915.

bekannt machen, die überhaupt keine Verschiebung von Gebirgsstücken aus der Streichrichtung bewirken. Dieselben scheinen bisher trotz ihrem ungemein häufigen Vorkommen wenig Aufmerksamkeit erregt zu haben. Sie verdienen eine eingehendere Besprechung.

An diesen eigenartigen Querbrüchen verlaufen die Rutschstreifen parallel zu den Schichtfugen und Schichtflächen oder sie weichen von dieser Richtung nur stellenweise und ganz geringfügig ab. Von vornherein möchte man erwarten, daß an Verwerfungsflächen alle möglichen Bewegungsrichtungen zu ermitteln sind, daß außer vertikal und horizontal gestreiften Rutschflächen auch alle Zwischenrichtungen annähernd gleichmäßig vertreten sind. Wenn nun, wie es der Fall ist, schichtenparallel verlaufende Rutschstreifen außerordentlich häufig auftreten und — wenigstens in manchen Schichtengruppen — gegenüber sonstigen Bewegungsrichtungen überwiegen, so muß dieser Tatsache eine bestimmte Ursache zugrunde liegen, es muß sich um eine gesetzmäßige Erscheinung handeln. Die Ursache ist leicht zu erkennen.

Da die Schichten und Schichtenreihen der Sedimentgesteine entlang den weicheren (dünnen) Zwischenmitteln und (dicken) Zwischenlagen der festen Gesteinsbänke und entlang den den großen Schichtenfolgen zwischengelagerten Schichten g r u p p e n weicherer Gesteine verhältnismäßig leicht trennbar sind, werden sich an ihnen verhältnismäßig oft Ablösungen und Verschiebungen der Schichtengruppen einstellen. Wenn nun ein Gebirgsstück an zwei Querbrüchen von seiner Umgebung sich abgetrennt, zugleich entlang Schichtflächen von seinem Liegenden (und etwa auch vom Hangenden) sich abgelöst hat und die Bewegung in der Richtung der Abtrennung und Ablösung eine kurze Strecke unter allseitigem Gebirgsdruck fortsetzt, so wird die Bewegung parallel zur unteren Schichtenablösungsfläche erfolgen, auf der das Gebirgsstück gewissermaßen gleitet, und dieses wird einerseits auf Schichtflächen Bewegungsspuren zurücklassen, anderseits an den beiden Querbruchflächen schichtenparallele Streifung hervorrufen. Dem häufigen Auftreten von Glättung und Rutschstreifen auf Schichtflächen entspricht daher das häufige Vorkommen von Querbrüchen mit schichtenparalleler Bewegung und umgekehrt; die eine Erscheinung setzt die andere voraus. Die Art von B e w e g u n g, die sich an solchen Querbrüchen abgespielt hat, können wir als s c h i c h t e n p a r a l l e l e Q u e r v e r s c h i e b u n g bezeichnen.

Es hängt mit der häufigeren Anlage und der längeren Erhaltung guter Aufschlüsse in festen Gesteinen zusammen, daß sich in allen so beschaffenen Schichtengruppen des älteren Paläozoikums und in den vorkambrischen Gesteinen Querbrüche mit schichtenparallelen Rutschstreifen leicht auffinden lassen. So finden sie sich oft in der Quarzitstufe d_2 und in den Sandsteinen der „Grauwackenschiefer" d_4 des Untersilurs und in allen kalkigen Stufen des Obersilurs und Devons. In besonders großer Zahl aber treten sie in den dünnplattigen Kalken dieser Stufen, in kambrischen Grauwacken und in den vorkambrischen Gesteinen des Gebietes auf. Wo keine entsprechenden Aufschlüsse vorhanden sind, kann man die Erscheinung wenigstens an einzelnen Gesteinsstücken nachweisen, die dem Gehängeschutt oder dem Waldboden entnommen sind und an die Schichtfläche ver-

querender Bruchfläche mit der ersten parallele Rutschstreifen erkennen lassen. An solchen läßt sich freilich nicht feststellen, ob wir es mit einem Querbruch oder etwa einem Diagonalbruch zu tun haben.

Querbrüche mit schichtenparallelen Rutschstreifen scheinen (mindestens zum Teil) mit der aus dem Seitenschub hervorgehenden Faltung in noch engerer ursächlicher Beziehung zu stehen als die schon lange bekannten Querbrüche (die gewöhnlichen Blattverschiebungen), die Verschiebungen von Schichtengruppen aus dem Streichen bewirken. Man betrachte Taf. II [2], die ein bezeichnendes Beispiel eines derartigen Querbruches wiedergibt. Das örtlich beschränkte Vorkommen ist in einem Einschnitte bloßgelegt, mit dem die Strecke Smichow — Hostiwitz der Buschtiehrader Bahn oberhalb Slichow den aus einem kleinen Gewölbe von Knollenkalken der devonischen Stufe g_1 bestehenden Hügel Schwagerka durchsetzt. Die Rutschfläche streicht N—S; da sie sich im Streichen biegt, weicht sie von dieser Richtung streckenweise, besonders rechts oben, ab. Auch von der lotrechten Stellung weicht sie ein wenig ab, indem sie gegen den Beschauer (gegen W) schwach überhängt. Die hell beleuchteten Flächen rechts sind Schichtflächen, die von anderen Brüchen durchsetzt und durch den während des Bahnbaues vorgenommenen Abbau des Gesteins teilweise verletzt sind. Unmittelbar beim Querbruch ist die eine dieser Schichtflächen, an der stellenweise stark verwitterte in der Fallrichtung verlaufende Rutschstreifen zu sehen sind, unter einem Winkel von 50° gegen NNW geneigt; an anderen Stellen, rechts vorne und besonders oben, ist die Neigung der Schichten geringer und gegen N 30—35° W gerichtet. Die Schichten fallen nicht ebenflächig ein, sondern sind deutlich (zum Teile unter Vermittlung von Brüchen) gebogen. Diese Biegung der Schichten machen die Rutschstreifen der Querbruchfläche genau mit, so daß man den Eindruck erhält, daß die Schichtenbiegung und die Bewegung, welche die Striemung der Bruchfläche hervorgebracht hat, einem und demselben tektonischen Vorgang entspricht.

Bemerkenswert ist ferner, daß die Bruchfläche in diesem Falle sich nicht gegen die Tiefe, in die liegenden Schichten fortsetzt, sondern gegen die bloßgelegte Schichtfläche ziemlich stark einwärts biegt (gegen O umbiegt), wodurch eine Art Uebergang von der Bruchfläche zur Schichtfläche hergestellt wird. Die Schichtfläche *a b c* war zugleich die Gleitfläche, auf der sich das hangende Gebirgsstück (sei es auf- oder abwärts) bewegt hat. Links unten ist ein kleiner Rest einer Reibungsbreccie erhalten, die sich in die an der Schichtfläche bergseits sich hineinziehende Kluft fortsetzt. An der Querbruchfläche ist vielfach das Gestein weitgehend zertrümmert, aber durch Kalkspat, der auch die Rutschfläche überzieht, wieder verkittet. Im Hintergrunde links ist eine zweite, stark verwitterte Bruchfläche entblößt, deren Rutschstreifen vom Standpunkte der Aufnahme nur sehr undeutlich erkennbar sind, nicht schichtenparallel verlaufen, sondern eine ganz andere Richtung besitzen. Sie entspricht einem Diagonalbruch, streicht annähernd WNW—OSO und die Rutschstreifen sind zumeist ausgesprochen nach OSO (nach rechts) geneigt; außerdem sind daran flachere und horizontale und schwach nach WNW geneigte Rutschstreifen zu beobachten. —

Eine vorzügliche Gelegenheit, die einschlägigen Erscheinungen zu untersuchen, bietet der große Steinbruch der Podoler Zementfabrik in Dworetz, rechts der Moldau, südlich von Prag. Obersilurische und devonische Gesteine von den Graptolitenschiefern $e_1\alpha$ bis zu den Knollenkalken g_1 bilden hier eine regelrechte flache Mulde, die von überaus zahlreichen Quer- und Diagonalbrüchen (auch von Längsbrüchen) durchsetzt ist. Manche dieser Brüche bewirken auch Verschiebungen im vertikalen Sinn, wie an den hellen Orthocerenkalken e_2, die von dünnplattigen dunklen Kalken ($e_1\beta$ und f_1) unter- und überlagert werden, deutlich zu bemerken ist. Daß es sich aber wesentlich um seitliche Verschiebungen handelt, zeigen die Rutschstreifen (manchmal als kräftige „Hohlkehlen“ entwickelt) an den bloßgelegten Bruchflächen, die zumeist schichtenparallel verlaufen. Der lebhafte Betrieb des Steinbruches bringt es mit sich, daß die Rutschflächen immer wieder zerstört und daß an ihrer Stelle neue (und Fortsetzungen der alten) aufgedeckt werden. Es würde sich lohnen, hier alljährlich neue photographische Aufnahmen zu machen, um an einer zusammenhängenden Reihe der nahe aufeinanderfolgenden jeweiligen Zustände vergleichende Beobachtungen vornehmen zu können.

Taf. III [3], Abb. 1 gibt eine photographische Aufnahme des Steinbruches mit Fern-Objektiv aus dem Jahre 1911 wieder, die von Herrn Prof. Ausserwinkler in Prag freundlichst zur Verfügung gestellt wurde. Der Standpunkt der Aufnahme liegt in einer Entfernung von 1 *km* in westsüdwestlicher Richtung vom Steinbruche am westlichen Gehänge des Moldautales an dem hochgelegenen Teile der Strecke Smichow—Hostiwitz der Buschtiehrader Bahn nahe dem Wächterhause. An dem hellen Bande der Orthocerenkalke tritt die muldenförmige Lagerung deutlich hervor, ebenso einige kleine Verwerfungen. An den die hellen Kalke überlagernden dunklen f_1-Kalken läßt sich besonders eine Querbruchfläche an den stark erhabenen schichtenparallelen Wülsten und entsprechenden Vertiefungen (Hohlkehlen) erkennen.

Der Aufschluß liegt annähernd in der Richtung N—S, die Achse der Mulde verläuft ungefähr W—O. Im Südflügel der Mulde ist das Fallen bei einem Neigungswinkel von 20° gegen N 15° O, im Nordflügel ungefähr gegen SSW gerichtet. Die Abweichung in der Lagerung von dem normalen Schichtenstreichen (NO und ONO) und -Fallen ist also beträchtlich. Im südlichen Teile desselben tiefgelegenen großen Steinbruches ist jedoch in den das Liegende des Orthocerenkalkes bildenden dunklen Uebergangsschichten $e_1\beta$ moldauwärts ein deutliches Hinabbiegen in nordwestlicher Richtung zu beobachten. Dieses Einfallen gegen NW würde den normalen Lagerungsverhältnissen entsprechen.

Von den Querbrüchen verlaufen die nahe südlich der Muldenmitte gelegenen zumeist in der Richtung NNO, die Rutschstreifen sind auf ihnen wie die unter dem Orthocerenkalk liegenden dünnen Schichten zumeist nach dieser Richtung geneigt. Außer der NNO-Richtung konnte ich an Querbrüchen kürzlich noch die Richtungen N 15° O, N 25° O und N 30° O feststellen. Ein Diagonalbruch streicht O 30° N, ein Längsbruch O 10° S. Durch Krümmungen im Streichen der Brüche ergeben sich viele Abweichungen. Die Stellung der Bruch-

flächen ist zumeist vertikal, durch Biegungen (um horizontale Achsen) vollziehen sich gleichfalls ansehnliche Abweichungen, so daß Neigungen nach verschiedenen Richtungen vorkommen. Die Rutschstreifen verlaufen auf allen Brüchen zumeist schichtenparallel[41a]).

Eine Querbruchfläche mit kräftig ausgebildeten Hohlkehlen zeigt Taf. III [3], Abb. 2 nach einer Nahaufnahme vom 4. Mai 1912 des damaligen Hörers J. John, der leider nicht mehr unter den Lebenden weilt. Die stark erhabenen Wülste und kräftigeren Rutschstreifen sind stellenweise gekrümmt, verlaufen aber im allgemeinen wie die feinen Rutschstreifen parallel zu den nahe der Muldenmitte gelegenen f_1-Kalken des Südflügels, wie an der gegen S ansteigenden Grenzlinie des unterlagernden hellen Orthocerenkalkes zu sehen ist. Hinter dieser Rutschfläche ist eine zweite viel weniger unebene Querbruchfläche sichtbar, deren Rutschstreifen infolge der perspektivischen Verzerrung stärker geneigt zu sein scheinen, als es in Wirklichkeit der Fall war.

Die einzelnen Querbrüche sind gewöhnlich nur wenige Meter voneinander entfernt, können einander aber noch viel näher rücken. Das sind die im großen leicht erkennbaren Brüche von augenscheinlich großer flächenhafter Ausdehnung. Die zwischen diesen Brüchen liegenden Gebirgsstücke sind aber noch von zahllosen mehr verborgenen Rissen durchsetzt, nach denen die Schichten in größere und kleinere parallelepipedische Stücke zerfallen, und an denen ebenfalls typische kräftige Rutschstreifen zu erkennen sind, die wieder zumeist schichtenparallel verlaufen. Die aus den obersilurischen dünnbankigen dunklen Kalken gewonnenen Platten werden, bevor sie in die Oefen wandern, im Steinbruche in umfangreichen Haufen aufgeschichtet, wobei sie mit den Schichtflächen übereinandergelegt werden. Man kann daher, indem man an den Seitenwänden dieser großen Anhäufungen vorübergeht, auf einfache Weise an den dem Beschauer zugekehrten Flächen erkennen, daß eine recht große Zahl derselben natürliche Bruchflächen sind, und an vielen von ihnen kräftig ausgebildete schichtenparallele Rutschstreifen wahrnehmen, — ein handgreifliches, rasch belehrendes Anschauungsmittel. Nicht selten findet man parallelepipedisch geformte Gesteinsstücke, die von einem Paare durch die Gebirgsbewegung geglätteter Schichtflächen und zwei Paaren von schichtenparallel

[41a]) An dem oben erwähnten Längsbruch, auch an manchen Querbrüchen verlaufen die Rutschstreifen horizontal. An einem nahe der Muldenmitte untersuchten, nach NNO streichenden Querbruch ist ein breiter Teil der Bruchfläche mit Rutschstreifen versehen, die senkrecht auf den anderen vorhandenen Streifen stehen, also fast vertikal verlaufen. Auf derselben Fläche finden sich auch Rutschstreifen, die in Zwischenrichtungen verlaufen. Wie an so vielen Rutschflächen zeigt sich auch hier, daß an einem und demselben Bruche wiederholt Bewegungen eingetreten sind, und daß diese Bewegungen nicht immer in derselben Richtung vor sich gingen. So finden sich auch an einem gegen N 30° O streichenden Querbruch, der sich von der Muldenmitte schon dem Nordflügel nähert, wobei der Orthocerenkalk noch horizontal liegt, gegen S geneigte, an anderen Punkten gegen N geneigte Rutschstreifen (die Neigung ist meist gering), auch horizontale Streifen kommen vor. In manchen Fällen lassen sich — es ist dies ebenfalls eine auch anderwärts nicht selten zu beobachtende Erscheinung — Rutschstreifen verschiedener Richtung an demselben Punkte derselben Rutschfläche übereinander feststellen, wobei oft die älteren Rutschstreifen durch neue teilweise verwischt, undeutlich gemacht werden

gestreiften Bruchflächen begrenzt sind. Auf den geglätteten Schichtflächen sind Rutschstreifen, falls sie überhaupt zu erkennen sind, weitaus zarter ausgebildet als auf den Bruchflächen. Aeußerst selten stehen die die Schichten verquerenden Rutschflächenpaare senkrecht aufeinander, sie bilden fast immer schiefe Winkel von verschiedener Größe, ein Zeichen, daß hier neben den Querbrüchen nicht Längsbrüchen, sondern Diagonalbrüchen verschiedener Richtung größere Bedeutung zukommt.

Man kann dieselben Erscheinungen auch an kleinen Gesteinsstücken feststellen und oft mit dem Hammer noch weitere Trennungen nach den die Schichten quer durchsetzenden Rutschflächen vornehmen, die manchmal nur wenige Zentimeter von einander abstehen. Die betreffenden Schichten sind demnach in außerordentlich weitgehender Weise durch Brüche zerteilt, eine der tektonischen Erfahrungen, die immer wieder das Erstaunen darüber hervorrufen, daß unter solchen Umständen der Schichtenverband aufrechterhalten werden konnte, und zu dem Schlusse führen, daß solche Bewegungen unter allseitigem Druck sich abgespielt haben. An den zahlreichen hier gesammelten Stücken konnten manche Einzelheiten beobachtet werden, auf die hier nicht eingegangen werden soll. Wichtiger wäre die Verknüpfung, die sich hie und da zwischen Quer-, bzw. Diagonalbrüchen und den Bewegungsflächen erkennen läßt, die aus Schichtflächen hervorgegangen sind. Anderseits ist es leicht erklärlich, daß an manchen Stücken die Rutschstreifen in ihrer Richtung geringfügig von der der benachbarten Schichtflächen abweichen. Da nicht sämtliche Schichtflächen miteinander genau parallel sind, kommt es auf die Lage derjenigen Schichtfläche an, längs der das betreffende Gebirgsstück sich bewegt hat.

Aehnliche Beobachtungen können noch an manchen anderen Punkten, besonders in dünnplattigen dunklen Kalken (e_1 β, f_1, g_1) und in Kalken mit dunklen Zwischenlagen (f_1, g_1) angestellt werden. In großer Menge trifft man Querbrüche mit schichtenparallelen Rutschstreifen ferner in den kambrischen und vorkambrischen Gesteinen Mittelböhmens. Wir begnügen uns, ein Vorkommen in unterkambrischen Grauwacken kennen zu lernen, das in einem nahe der Przibramer Schmelzhütte gelegenen alten Steinbruche aufgeschlossen und durch auffallende Regelmäßigkeit der Ausbildung ausgezeichnet ist.

Wir haben es hier mit einem für das mittelböhmische Faltengebirge ungewöhnlichen und von dem normalen stark abweichenden Streichen und Fallen zu tun. Die im Steinbruche aufgeschlossenen kambrischen Sandsteinbänke fallen unter Winkeln von 20 und 30° gegen WSW. Das ist auch die Hauptrichtung der zahlreichen Querbrüche, die parallel zueinander in geringer Entfernung die Schichten durchsetzen. In Taf. IV [4] ist in der Hauptsache nur eine Querbruchfläche dargestellt, aber in der Fortsetzung der nämlichen, gegen S gerichteten Steinbruchwand nach links (in westlicher Richtung) sieht man eine ganze Reihe derartiger Querbruchflächen hintereinander. In dem in Lichtdruck wiedergegebenen photographischen Bilde ist an manchen Stellen ein Teil des sonst zusammenhängenden Felsens abgebrochen, und dann erkennt man dahinter eine kleine Fläche gleicher

Beschaffenheit, so links oben von der Mitte des Bildes bei der beschatteten Stelle. Die durch den Steinbruchbetrieb bloßgelegten Verschiebungsflächen sind mit einer Art Schmiere überzogen, die wohl durch die Gebirgsbewegung aus der Zerreibung des angrenzenden Gesteins entstanden ist. Daher sieht man im allgemeinen keine Schichtfugen, und nur dort, wo der das eigentliche Gestein verhüllende Ueberzug entfernt ist, konnte die Verwitterung eingreifen, so daß auf gewissen Strecken infolge des Auswitterns oder Herausfallens der weicheren Zwischenmittel engere oder weitere Schichtfugen sich gebildet haben. Im übrigen sieht man auf den Verschiebungsflächen höhere und breitere Erhabenheiten und entsprechende Vertiefungen (Hohlkehlen) und auf ihnen schwächere Rutschstreifen, alle diese Skulpturelemente meist ziemlich genau parallel zu den Schichtflächen verlaufend. Rechts oben im Bilde sieht man ein Bündel von kleinen Längsbrüchen, die die Stelle eines Längsbruches vertreten, die Schichten schräg durchqueren. Damit steht eine kleine Knickung der Schichten in Verbindung. Die Hohlkehlen und Rutschstreifen machen diese Schichtenverbiegung mit. — Auch das zwischen den großen, weithin verfolgbaren Rutschflächen liegende Gestein ist noch vielfach von Bewegungsflächen mit gleichgerichteten feineren Rutschstreifen durchzogen, so auch rechts im Vordergrunde des Bildes, in dem sie undeutlich wahrnehmbar sind. Auf der Südseite des Steinbruches sind ebenfalls Querbruchflächen mit schichtenparallelen Hohlkehlen und Rutschstreifen von gleichartiger Beschaffenheit entblößt.

In demselben Steinbruche sind auch einige wenige Diagonalbrüche zu beobachten, die nicht deutlich hervortreten und nur auf kurze Erstreckung zu verfolgen sind; sie sind ebenfalls mit schichtenparallelen Rutschstreifen versehen. Eine Bruchfläche verläuft senkrecht auf die Fallrichtung, genau im Streichen; dieser Längsbruch zeigt keine Rutschstreifen. Andere von dieser Richtung nur schwach abweichende Bruchflächen sind dagegen wieder deutliche Rutschflächen mit schichtenparallelen Streifen. Zahlreiche im Steinbruche gesammelte Gesteinsstücke zeigen die beschriebenen Erscheinungen im kleinen.

Querbrüche mit schichtenparallelen Rutschstreifen von sehr ähnlicher Beschaffenheit sind in den vorkambrischen Schiefern und Grauwacken vielfach zu beobachten. Zu erwähnen wäre das ausgedehnte Gebiet zu beiden Seiten des Moldautales südlich von Königsaal und ein kleines Vorkommen in der Modrzaner Schlucht. Bei vielen vorkambrischen Vorkommnissen wie bei dem besprochenen unterkambrischen könnte das eigenartige Aussehen der Bruchflächen zur Vermutung verleiten, daß wir es nicht mit Bewegungsflächen, sondern mit an Gebirgsspalten (feinen Rissen) auftretenden Verwitterungserscheinungen zu tun haben. Es läßt sich bei vorkambrischen Gesteinen, die auf den ersten Blick sehr dicht und gleichmäßig ausgebildet zu sein scheinen, in manchen Fällen zeigen, daß sie aus quarzreicheren und quarzärmeren Lagen bestehen. Da läge es nahe vorauszusetzen, daß die härteren und chemisch widerstandsfähigeren Lagen es sind, die gegenüber den minder widerstandsfähigen an jenen Flächen hervortreten. Die Brüche bilden jedoch nicht offene Klüfte, sondern die zu beiden Seiten der Bruchfläche anstehenden Gesteine schließen un-

mittelbar aneinander — man kann sich auch noch an Gesteinsstücken, die man längs solcher Flächen zerteilt, hiervon überzeugen —, es entspricht daher jeder Erhöhung auf der einen Seite eine Vertiefung auf der anderen Seite des Bruches. Schon hierdurch verbietet sich ein allfälliger derartiger Erklärungsversuch. Wir finden ferner — das ist bei dem aus der Gegend von Przibram beschriebenen Vorkommen der Fall — außer den großen, oft weithin verfolgbaren Bruchflächen in den dazwischenliegenden Gesteinen auch andere kleinere, ebenfalls mit schichtenparallelen Streifen versehene Flächen, die das Aussehen von typischen Rutschflächen besitzen; sie sind mit den andersartigen durch Uebergänge verbunden. Es scheint, daß einerseits die Gesteinsbeschaffenheit, anderseits die Art der Bewegung die Unterschiede in der Ausbildung der Rutschflächen bedingt.

Ueberraschend ist das wenn auch seltene Auftreten von Längsbrüchen (bzw. von Diagonalbrüchen, deren Richtung jener von Längsbrüchen sehr nahe kommt,) mit gleichfalls schichtenparallelen Rutschstreifen, die demnach auf Bewegungen in der Streichrichtung des betreffenden Gebirgsstückes (oder einer dieser sehr nahe kommenden Richtung) hinweisen. Auch dieser Umstand könnte zu Zweifeln über die Natur jener Flächen Veranlassung geben. Es ist darum nicht überflüssig, auf einen im Kalkgebirge vorkommenden derartigen Bruch aufmerksam zu machen, der geradezu als ein Schulbeispiel einer gut ausgeprägten Rutschfläche gelten kann. Er liegt in den g_3-Knollenkalken von Hluboczep, die hier im allgemeinen steil aufgerichtet sind und anscheinend ein einheitlich gebautes Glied des Südflügels einer ausgedehnten regelmäßigen Mulde bilden. In einem beschränkten Teile des Gebietes aber sehen wir die genannte Schichtengruppe für sich in eine kräftig bewegte Falte gelegt, wogegen in den weiter westlich gelegenen großen Aufschlüssen die Stufe g_3 nur eine untergeordnete Knickung erkennen läßt, die vielleicht mit jener Falte in Zusammenhang steht. In einem Steinbruche ist das Gewölbe der Falte aufgeschlossen, so daß die Bänke auf der südlichen Seite des Bruches gegen S, auf der nördlichen Seite gegen N fallen; auch die Gewölbe*biegung* ist sichtbar. An der Südseite desselben Steinbruches findet sich der erwähnte Längsbruch (Taf. V [5], Abb. 1).

Das Fallen der Kalkbänke ist unter einem Winkel von ungefähr 40° gegen SSW gerichtet. Die durch einen großen Teil des Bildes ziehende, durch den Steinbruchbetrieb bloßgelegte Verschiebungsfläche streicht ungefähr O—W, könnte daher auch als ein der Streichrichtung der Schichten sehr nahe kommender Diagonalbruch bezeichnet werden; sie ist keine ebene, sondern eine mehrfach gekrümmte Fläche und mit zahlreichen den Schichtflächen parallelen Rutschstreifen bedeckt. Das Photogramm ist aus der Richtung N 30° W, schräg auf das Streichen der Rutschfläche, aufgenommen; diese erscheint daher im Bilde in ihrer Streichrichtung verkürzt. Die Rutschstreifen sind sehr kräftig und regelrecht ausgebildet; ihr Aussehen im Bilde beruht auf der starken Verkleinerung. (In dieser Hinsicht wäre der als Maßstab aufgestellte, $46^1/_2$ *cm* lange, infolge der Reproduktionsart schwer erkennbare Hammer nahe der rechten unteren Bildecke zu beachten.)

Die vielfach aus- und einspringende Felskante rechts begrenzt die Ansicht gegen eine (nicht sichtbare) Steinbruchwand, in der die Schichten in der Fallrichtung aufgeschlossen sind. Links von dieser Kante verläuft eine schmale Fläche in einer Mittelrichtung zwischen der Streich- und der Fallrichtung der Schichten. Im tieferen Teile dieser Fläche sind, besonders in der Nähe des Hammers, Rutschstreifen zu sehen, die gleichfalls schichtenparallel verlaufen und teilweise die deutliche Fortsetzung von Streifen der großen Rutschfläche bilden.

Die große O—W streichende Verschiebungsfläche verdeckt die Schichten; das eigentliche Gestein ist durch eine mehrere Zentimeter dicke Ausscheidung von Kalkspat verhüllt. Der größte Teil der sichtbaren Rutschstreifen ist daher eine Abformung jener Rutschstreifen, die sich an der südlichen Begrenzungsfläche des durch den Steinbruchbetrieb entfernten Gebirgsstückes befanden. In ihrem weiteren Verlauf nach O (links) verschwindet die Rutschfläche für den Beschauer, sie dringt dort in den Felsen ein und trennt sodann die zur Linken aufgeschlossenen (nach rechts und vorn geneigten), vom Steinbruchbetrieb noch verschonten Bänke von den im S der Rutschfläche (vor dem Beschauer) gelegenen Schichten.

Taf. V [5], Abb. 2, gibt eine Nahaufnahme eines Teiles derselben Rutschfläche wieder, in der die Rutschstreifen in größerem Maßstabe (vgl. den Hammer) dargestellt sind. Nächst dem rechten Rande des Bildes liegt ein Gesteinsstückchen in einer kleinen Hohlkehle.

Es wäre falsch, aus dem Auftreten derartiger Längsverschiebungen den Schluß zu ziehen, daß diese in einem anderen Zeitabschnitt entstanden sind als die übrigen Brüche, mit denen sie auf das engste verknüpft sind. Jene zeigen vielmehr, daß aus der gleichen Gebirgsbewegung auch Verschiebungen hervorgehen, die nicht in der allgemeinen Schubrichtung liegen, sogar solche, die annähernd senkrecht hierauf gerichtet sind. Das Gebirge ist durch zahlreiche Quer-, Diagonal- und Längsbrüche und überdies durch Schichtenablösungsflächen in eine Unzahl großer und kleiner Schollen zerlegt. An allen diese Schollen begrenzenden Flächen gingen Bewegungen vor sich und die Gebirgsschollen mögen zu Zeiten in ähnlicher Weise bewegt worden sein wie ein im Hochwasser des Flusses abgehender Eisstoß, der gegen eine hohe Mauer gepreßt wird, so daß alle Schollen steil aufgerichtet und parallel gestellt werden, wobei es nun — darin liegt die Vergleichung — manchen Schollen gelingt, annähernd senkrecht zur Schubrichtung auszuweichen. So mag auch manche Gebirgsscholle einem Längsbruch entlang durch den allgemeinen Schub bewegt werden, sei es, daß der Längsbruch schon früher entstanden war, sei es, daß er durch eben jenen Schub, aus dem Bewegungen nach verschiedenen Richtungen hervorgehen, erst gebildet wurde.

Blattverschiebungen sind ausgesprochene Kennzeichen von seitlichen Gebirgsbewegungen. Man bringt sie mit Recht mit der Faltenbildung, bzw. mit dem Zusammenschub der Gesteinsschichten, der sich in der Faltenbildung äußert, in Verbindung. Bei den Verschiebungen,

die parallel zur Schichtung erfolgen, wird man an einen besonders engen Zusammenhang ihrer Entstehung mit der der Falten denken können, wenn mån sich an die entlang den Schichtflächen vor sich gehenden Verschiebungen erinnert, die bei der Biegung der Gesteinsplatten eintreten. Querbrüche mit schichtenparallelen Rutschstreifen, über die hier berichtet wurde, scheinen weite Verbreitung zu besitzen; sie kommen auch in verschiedenen Schichtengruppen der Ostalpen vor.

Gegenüber diesen wird man als gesteigerte tangentiale Bewegungen ansehen müssen die gewöhnlichen Blattverschiebungen, die seitliche Verschiebungen von Stücken von Schichtengruppen gegenüber benachbarten Stücken quer auf das Streichen bewirken. Hierher gehören die Querbrüche, die im mittelböhmischen Silur durch den Bergbau bekannt geworden sind, und diejenigen, die durch die oben erwähnten neuen Untersuchungen aus der Verbreitung der Ablagerungen erschlossen wurden. Sie scheinen hier hauptsächlich bei steilerer Schichtenstellung vorzukommen.

Auf der Nordseite des Prokopitals reiht sich auf eine Länge von etwa $1^1/_2$ *km* im Streichen Steinbruch an Steinbruch. Die künstlichen Aufschlüsse bewegen sich im Nordflügel der großen Mulde von Hluboczep in den Knollenkalken teils von g_1, teils von g_3 und sind besonders in der jüngeren Stufe allein bei annähernd vertikaler Schichtenstellung beinahe ohne Unterbrechung 1 *km* weit zu verfolgen Diese ausgezeichnet entblößten g_3-Kalke bieten die beste Gelegenheit, Musterbeispiele von Blattverschiebungen vorzuführen, da man sowohl die Bruchflächen sehen und untersuchen, wie an den durchschnittenen Schichtengruppen das Maß der Querverschiebungen feststellen kann. Einer unserer jüngeren Kräfte wird es voraussichtlich in naher Zeit möglich sein, eine eingehende Darstellung dieser Vorkommnisse zu liefern. Um dieser nicht vorzugreifen, sollen hier nur einige Bemerkungen folgen.

Die Feststellung der Verschiebungen wird erleichtert durch die verhältnismäßig geringe Mächtigkeit der Stufe g_3, durch ihre Unter- und Ueberlagerung durch recht verschieden aussehende Gesteine und dadurch, daß in g_3 selbst unschwer mehrere Unterabteilungen unterschieden werden können. Man kann zweckmäßig drei solche Unterabteilungen aufstellen und diese, um an der gut eingebürgerten Barrandeschen Stufenbezeichnung festzuhalten und sie weiter auszubilden, in der bei anderen Abteilungen bereits üblichen Weise durch Hinzufügung griechischer Buchstaben bezeichnen. Der stratigraphisch tiefste Teil ($g_3\alpha$) besteht aus dünnschichtigen, zumeist roten Knollenhalken (Barrandes Couches bigarrées[41b]), die in ihrer Fazies vollkommen mit den selteneren triasischen und den weit verbreiteten liasischen und oberjurasischen roten Cephalopodenknollenkalken übereinstimmen. In ihrem unteren Teile vollzieht sich der bekannte Uebergang von den Tentaculitenschiefern g_2 zu den Knollenkalken g_3 durch fortschreitende Kalkknollenbildung und durch Wechsellagerung. (Barrande stellt diese Schichten zu seiner

[41b]) Barrande, Défense des colonies, III, 1865, pag. 9 ff., 333 f.

bande g_2.) Als $g_3\beta$ kann man die eigentlichen grauen Knollenkalke g_3 ansehen, die als Felsen hervortreten und durch den Steinbruchbetrieb abgebaut werden, in ihrem unteren Teile noch dünnbankig sind, während sie im oberen aus weit dickeren und weniger gut geschiedenen Bänken bestehen. Die dritte Unterabteilung bilden die dünnschichtigen Kalke, die nach oben durch Wechsellagerung den Uebergang zwischen g_3 und den dunklen Tonschiefern *H* vermitteln. Sie sind viel stärker der Faltung unterworfen als die übrigen Teile von g_3 und häufig auffallend wellig gebogen. Auch diese Schichtengruppe muß sich von ihrer Nachbarschaft, u. zw. von den verhältnismäßig starren liegenden Knollenkalken abgelöst haben. Wie stark sie innerlich bewegt ist, erkennt man in guten Aufschlüssen, wie oberhalb Hluboczep, daran, daß sämtliche Schichtflächen glänzende Rutschspiegel geworden sind und daß dieser Glanz auch an allen kleinen Stücken zu sehen ist, zu denen hier an einem Punkte diese Gesteine zu Schotterzwecken verarbeitet werden. Wichtig ist ferner, daß in $g_3\gamma$ nicht selten Radiolarien-Hornsteine auftreten, die allerdings zumeist abgetragen sind, so daß man sie dann nur im Verwitterungsboden feststellen kann; das ist wohl die Ursache, daß sie so lange unbeachtet blieben. Manchmal treten solche Hornsteine noch im tiefsten Teile der *H*-Schiefer auf, die dann jenen Teil von $g_3\gamma$ vertreten mögen. Jedenfalls bezeichnen die Radiolarien-Hornsteine die Grenze zwischen g_3 und *H* und es ist nichts dagegen einzuwenden, wenn man die Uebergangsschichten schon zur Stufe *H* rechnet. Diese Vorkommnisse haben nichts zu tun mit den Linsen und Knollen von Hornstein, die in anderen kalkigen Schichtengruppen, besonders häufig in g_1, auftreten.

Die Flächen, an denen sich in der beschriebenen Schichtenreihe die Querverschiebungen vollzogen haben, zeigen horizontale, nahezu horizontale und von dieser Richtung nicht stark abweichende Rutschstreifen. Es sind demnach recht flache Blattverschiebungen. Im Gegensatze zu den durch schichtenparallele Rutschstreifen ausgezeichneten Querbrüchen verqueren hier die Rutschstreifen die steil aufgerichteten) Schichten in ausgesprochener Weise, sie stehen nicht selten senkrecht oder fast senkrecht auf diesen.

Taf. VI [6] läßt einen dieser Querbrüche deutlich erkennen. Die Hauptmasse der grauen g_3-Knollenkalke ist abgebaut. Stehengeblieben sind der liegende Teil $g_3\alpha$ und der hangende $g_3\gamma$ nebst den an diese Unterabteilungen angrenzenden Kalkbänken von $g_3\beta$, die jene leichter beweglichen Gesteine vor Abrutschungen schützen. Die beschatteten, gegen den Hohlraum überhängenden Bänke links im Vorder- und Mittelgrunde sind solche Schutzbänke für $g_3\gamma$ und zeigen durch ihre auffallende Unterbrechung eine Querverschiebung an, entlang der das im Mittelgrunde liegende Gebirgsstück um etwa 18 *m* nach links (südlich) gegen den im Vordergrunde links liegenden Teil verschoben erscheint. Diesem Bruche gehört die im Mittelgrunde (Mitte und rechts) befindliche Rutschfläche an, — genau genommen sind es mehrere einander sehr naheliegende Rutschflächen, deren Reste erhalten sind, — deren Streifen teils horizontal verlaufen, teils von dieser Richtung nicht stark abweichen. Diese Rutschfläche begrenzt, soweit sie er-

halten ist, gegen O die hoch emporstehenden Schichten (hauptsächlich $g_3\alpha$), deren Ansicht den Hauptteil des Bildes ausmacht und in denen die oben (S. 33) erwähnte (noch weithin nach W zu verfolgende) untergeordnete Knickung zu sehen ist. Die Rutschfläche gibt uns ebenfalls ein Maß für die Querverschiebung. Die am rechten Rande des Bildes unter der Mitte, über und rechts von der nahen Schutthalde befindlichen steilen Schichtflächen entsprechen stratigraphisch den obersten Bänken des durch die Rutschflächenreste nach O begrenzten Gebirgsstückes; sie bilden den untersten Teil von $g_3\beta$. In der Fortsetzung der Rutschfläche nach links (gegen S) liegt eine vom Beschauer abgewandte und daher nicht sichtbare stark verwitterte Rutschfläche, die das im Vordergrunde links liegende, mit den beschatteten Schichtflächen beginnende Gebirgsstück (hauptsächlich $g_3\gamma$) gegen W begrenzt. An ihr ist viel Reibungsbreccie erhalten. Trotz der starken Verwitterung erkennt man an vielen Stellen ausgesprochen horizontal verlaufende Rutschstreifen.

Die Verschiebungen, die sich an diesen Querbrüchen vollzogen haben, sind offenbar erst erfolgt, als die Faltung bereits die steile Aufrichtung der Schichten bewirkt hatte. Der Seitenschub, aus dem die Faltung hervorging, muß noch fortgedauert haben, als die Schichten bereits entsprechend stark zusammengeschoben waren, es kam zur Trennung und Bewegung an neu entstehenden Quersprüngen oder zu neuen Bewegungen entlang den schon während des Faltungsvorganges entstandenen Quersprüngen, wobei die einzelnen Gebirgsstücke jeweils nach den Richtungen des geringsten Widerstandes verschoben wurden. Der Umstand, daß die erwähnte Knickung der steil aufgerichteten Kalkbänke sehr weit zu verfolgen ist, obgleich diese Bänke von überaus zahlreichen Querbrüchen durchsetzt und verworfen sind, spricht ebenfalls dafür, daß diese Querbrüche jünger sind als die Faltung[42a]).

Es gibt auch in diesen steilgestellten Schichten Querbrüche, die andere Verschiebungsrichtungen aufweisen, darunter solche mit schichtenparallelen Rutschstreifen. Hätte die den letzteren entsprechende Bewegung zu einer Zeit stattgefunden, als die Schichten bereits steil aufgestellt waren, so müßte sie steil nach abwärts oder aufwärts gerichtet gewesen sein. Es ist aber wahrscheinlich, daß die schichtenparallelen Bewegungen früher, zur Zeit, als die Schichten noch flacher gelagert und in Faltung begriffen waren, eingetreten sind. Jedenfalls sind die Rutschstreifen kein Nachweis für absolute Bewegungsrichtungen (in bezug auf den Erdkörper), sondern nur für Richtungen im Verhältnisse zu den Gesteinskörpern, an denen sie haften und mit denen sie alle seit ihrer Bildung vollführten Bewe-

---

[42a]) In Alb. Heim, Das Säntisgebirge (Beitr. z. geol. K. d. Schweiz, N. F. XVI, Bern 1905) ist ein eigener, von Marie Jerosch bearbeiteter umfangreicher Abschnitt den Querstörungen des mittleren Teiles jenes Gebietes gewidmet. Auch hier ein Gebirge, dessen Schichten durch hochgradige Faltung größtenteils sehr steil aufgerichtet sind. Die Entstehung der Querbrüche (zumeist Horizontalverschiebungen) wird zum Teile in eine jüngere Phase desselben Faltungsvorganges verlegt, ein sehr großer anderer Teil wird als jünger denn die letzte Phase der Faltung angesehen. Unser Gebiet, das in dem Zeitraum Oberdevon-Unterkarbon gefaltet wurde, stellt ein bemerkenswertes Seitenstück zu jenem weit jüngeren Gebirge dar.

gungen mitgemacht haben. Tatsächlich findet man in dem besprochenen Gebiete Querbrüche mit Rutschstreifen verschiedenen Alters — die Altersunterschiede mögen geologisch sehr gering sein — mit einander kreuzenden Richtungen, und ich glaube auch schichtenparallele Rutschstreifen gesehen zu haben, die durch flacher verlaufende jüngere Streifen teilweise verwischt sind. Letzteres wäre nachzuprüfen.

Daß die eigentlichen Blattverschiebungen die Längsbrüche verwerfen und daher auch jünger sind als diese[42 b]), geht aus den neuen Untersuchungen J. Woldřichs[37, 38]) und R. Kettners[38-40]) hervor. Dies wirft zugleich ein bezeichnendes Licht auf das Alter und die Natur der Längsbrüche. Es kann sich nicht um ein altes Faltenland handeln, das in weit jüngerer Zeit von Längsverwerfungen betroffen worden ist, sondern jene Längsbrüche müssen in dem Zeitraum entstanden sein, in dem die älteren paläozoischen Schichtengruppen gefaltet wurden. Denn jene Querverschiebungen sind zwar verhältnismäßig jung, gehören aber noch der Zeit des Faltungsvorganges (im weiteren Sinne) an, sie müssen sich in der Zeit des seitlichen Zusammenschubes, wenn auch in dem letzten Abschnitte desselben, ereignet haben. Sie durchsetzen denn auch jene Längsbrüche, die wie die große Bruchlinie der Przibramer Lettenkluft heute — auch von den genannten Forschern — als Ueberschiebungen angesehen werden.

d) Isoklinale Lagerung.

Bildete die altpaläozoische Schichtenreihe eine einheitliche Synklinale, so wäre die zumeist gleichsinnige Lagerung, die wir einerseits im nordwestlichen, anderseits im südöstlichen Teile des Gebietes antreffen, eben durch diesen synklinalen Bau erklärt. Daß wir mit dieser einfachen Vorstellung nicht ausreichen, ist schon lange ersichtlich. Wenn wir von den zahlreichen Falten kleinen Ausmaßes absehen, die in so vielen Schichtengruppen beobachtet und, wie es scheint, jeweils auf eine einzelne derselben oder einen kleinen Teil der Gesamtheit beschränkt sind, so zeigen schon die großen Falten der obersilurisch-devonischen Schichtenfolge, die in der Mitte des Gebietes erkannt sind, daß wir es mit einem großen Stück eines ehedem viel umfangreicheren echten Faltengebirges zu tun haben. Die Wiederholungen kleinerer und größerer Schichtenreihen, die sowohl im sogenannten Nordflügel wie im sogenannten Südflügel festgestellt sind, haben ferner in jedem der beiden Teilgebiete das Vorhandensein kleinerer und größerer Längsstörungen erkennen lassen, und somit sind wir mit Rücksicht auf den Faltenbau und mit Rücksicht auf die vorhandenen Längsbrüche nicht mehr in der Lage, den isoklinalen Bau, der einerseits im N, anderseits im S zu beobachten ist, auf eine einheitliche Mulde zurückzuführen. Es sind andere Ursachen dafür zu suchen.

Der isoklinale Bau drückt sich für jedes der beiden Teilgebiete nicht nur darin aus, daß das vorherrschende Fallen der Gesteine gegen das Innere des ganzen Gebietes gerichtet ist, sondern er wird dadurch noch augenfälliger und bezeichnender, daß die Längsbrüche darin keine Aenderung hervorrufen. Die Anführung zweier Beispiele,

---

42 b) Auch im Säntisgebirge ist dies meistens der Fall.

die schon aus der älteren, von uns viel benützten Literatur ersichtlich sind, wird vorläufig genügen.

In einem südwestlichen Teile des Gebietes, das aus vorkambrischen Schiefern (und Grauwacken) und kambrischen Grauwacken und Konglomeraten zusammengesetzt ist, finden wir eine mehrfache Wiederholung der beiden Schichtengruppen bei vorwiegend nordwestlichem Einfallen, oder es halten die Konglomerate in der Fallrichtung so lange an, daß Krejči schon hieraus, um nicht eine ungeheure Mächtigkeit dieser Schichtengruppe annehmen zu müssen, auf das Durchstreichen von Längsbrüchen zu schließen sich genötigt sah.

Die zwei langen und mächtigen selbständigen Züge von untersilurischen Gesteinen, die im nördlichen Teile des Gebietes festgestellt sind, zeigen beide vorherrschend gleichsinniges Einfallen nach SO.

Neuere und neueste Arbeiten bestätigen trotz vielen Abweichungen im einzelnen das Erwähnte im wesentlichen. Auch dort, wo eine untersilurische Stufe quer auf das Streichen auf weite Erstreckung anhält, können wir in beiden Teilgebieten nicht selten wahrnehmen, daß trotz vielen durch Kleinfaltung und durch Brüche herbeigeführten Störungen und sonstigen Unregelmäßigkeiten der Lagerung immer wieder die das betreffende Gebiet kennzeichnende Schichtenstellung sich einstellt und herrschend wird.

Solche allgemeinere Erfahrungen sind selbstverständlich nicht beweisend für den Bau der einzelnen Gebietsteile, sie deuten aber im Zusammenhang mit den in anderen Faltengebirgen gewonnenen Beobachtungsergebnissen an, daß geneigte Falten und daraus hervorgehende Ueberschiebungen für die Herausbildung des vorliegenden Gebirgsbaues von Bedeutung sein könnten. Das Auftreten geneigter Falten stellt schon einen höheren Grad der Faltung und ein höheres Maß seitlichen Zusammenschubes dar als das Vorkommen gewöhnlicher Falten. Bei den geneigten Falten ist jeder zweite Schenkel überkippt und von ihnen ist nur ein Schritt zur Entwicklung jener hochgradigen Faltung, jener weitgehenden Schichtenstauung, die in den Faltungsüberschiebungen vorliegt.

Schon vor mehr als fünf Jahrzehnten hat Lipold in seiner bekannten, zu wenig gewürdigten Schrift gegen Barrandes Kolonien dem Auftreten liegender Falten große Bedeutung für den Gebirgsbau zugeschrieben, und neuere Arbeiten zeigen immer deutlicher, daß ein auf gleichsinnig geneigten Falten beruhender Gebirgsbau tatsächlich vorhanden ist. Es wird sich Gelegenheit bieten, auf einige Ergebnisse dieser Arbeiten einzugehen.

4. Ueberschiebungen.

In einzelnen Schichtengruppen des Untersilurs sind dort, wo eine solche in scheinbar überaus großer Mächtigkeit eine selbständig gebaute Gebirgszone für sich zusammensetzt, zahlreiche Brüche zu beobachten. Unter ihnen befinden sich viele die Schichten verquerende, diese oft schräg durchsetzende Längsbrüche, die unter irgendeinem Winkel gegen den Horizont geneigt sind. Wenn die an den Bruch anstoßenden Schichtenenden keine Schleppungserscheinungen erkennen

lassen, dann können wir nicht beurteilen, ob wir es mit einem Senkungsbruch oder einer Ueberschiebung (Aufschiebung) zu tun haben. Diese Brüche sind noch wenig untersucht. Es kommen aber Ueberschiebungen unter ihnen vor. Ob dieselben aus geneigten Falten hervorgegangen sind, oder ob sie unmittelbar durch den Seitenschub gebildet wurden, ist nicht von wesentlicher Bedeutung. In jedem Falle tragen sie mit dazu bei, erkennen zu lassen, daß die Schichtengruppen durch die Gebirgsbewegung gestaut, auf einen kleineren Raum zusammengeschoben wurden. Solche Brüche finden sich auch in der obersilurisch-devonischen Schichtenreihe und könnten uns, wenn sie genauer bekannt wären, manchen Fingerzeig bieten.

Je mehr sich ein innerhalb einer Schichtengruppe auftretender Längsbruch in seiner Neigung der der Schichten nähert, einen je spitzeren Winkel er demnach mit den Schichten bildet, desto leichter wird er übersehen, besonders wenn die Gesteinslagen mehr oder weniger stark zerbrochen sind und zum Zerfalle neigen. Fällt die Bruchfläche auf kürzere oder längere Erstreckung — zumeist handelt es sich schon wegen der Beschränktheit der Aufschlüsse um das erstere — mit einer Schichtfläche zusammen, so kann sie in ihrer Natur nur erkannt werden, wenn die Schichten, die ja auf einer Seite des Bruches mit diesem parallel liegen, auf der anderen Seite eine andere Lagerung besitzen, d. i. an ihm unter irgendeinem Winkel abstoßen.

Südlich der Schwagerka bei Slichow sind an dem unteren Teile der widerholt erwähnten Eisenbahnstrecke Smichow—Hostiwitz die Uebergangsschichten $g_2 - g_3$ (von den Tentaculitenschiefern zu den höheren Knollenkalken) und die roten dünnschichtigen Knollenkalke $g_3 \alpha$ gut entblößt. Unter den die Uebergangsschichten durchsetzenden Brüchen befindet sich einer, der ein gutes Beispiel für den eben erwähnten Fall bietet (Taf. VII [7]). Die Schichten fallen unter- und oberhalb des Bruches in annähernd südlicher Richtung, wobei die hangenden Schichten um etwa 20° stärker geneigt sind als die liegenden. Die hangenden Schichten biegen sich kaum merklich in der Nähe der Bruchfläche in der Weise, daß sie sich dieser anzuschmiegen suchen. (Schleppung.) Weiter nach links unten werden sie parallel mit den liegenden Schichten, so daß hier (auf kurze Erstreckung) von einer Störung nichts zu bemerken wäre. Der Bruch kann noch dadurch festgestellt werden, daß man von dem zerstückelten Gestein einige Teile abräumt und so ein Kalkspatblatt bloßlegt, das deutliche Rutschstreifen zeigt; die letzteren verlaufen flach, sie sind in derselben Richtung wie die unterlagernden Schichten geneigt. In diesem Falle besteht kein Zweifel, daß das hangende Gebirgsstück nach rechts oben, mithin in annähernd nördlicher Richtung aufwärts geschoben ist.

Von den Längsbrüchen, die an der Grenze von Schichtengruppen verschiedenen Alters verlaufen und an denen ältere Gesteine über jüngere bewegt worden sind, sind heute einige mit Sicherheit erkannt. Sehen wir hierbei vorläufig ab von der Przibramer Lettenkluft, die schon lange als Ueberschiebung aufgefaßt wird, und von der gegen die Kolonien gerichteten Schrift Lipolds, so wäre von Neueren zunächst Jahn zu nennen, der gelegentlich seiner erfolgreichen stratigraphischen Untersuchungen u. a. die an der Nordseite der Konjepruser

Devonscholle durchstreichende Ueberschiebung festgestellt hat[43]). Mit guter Kenntnis der Art des alpinen Gebirgsbaues hat sodann der treffliche Seemann, der seither den Heldentod in dem furchtbarsten aller Kriege gefunden hat, die weitere Umgebung von Konjeprus durchforscht[44]). Schon eine Betrachtung der unten angeführten Profiltafel ist für den vorliegenden Zweck belehrend. Wir besehen zuerst einige kleine Brüche am rechten Gehänge des Berauntales nördlich von Srbsko, östlich von Tetin, Profil 1 und (in größerem Maßstabe) Profil 3. Zweimal ist — wir befinden uns im „Südflügel" — f_2-Kalk (mit aufgelagertem g_1) nach SSO über g_1 -Knollenkalk geschoben, so daß auf tektonischem Wege wiederholte Wechsellagerung der beiden gegen N oder NNW geneigten Schichtengruppen hervorgebracht wird. (S. 83 und 90.) Sodann sind hier (ein wenig weiter nördlich) obersilurische Kalke (e_2) über den devonischen f_2-Kalk geschoben, ein Bruch, der nach Seemann aus der weiter westlich, am Berge Damil zu beobachtenden regelmäßigen flachen Mulde hervorgeht, deren (an der Beraun) überkippter Nordflügel über den Südflügel geschoben ist.

Unter weit größeren räumlichen Verhältnissen sehen wir in dieser Gegend (Prof. 1, weiter südlich) ein aus e_2 und f_2 bestehendes Gewölbe flach nach SSO übergelegt und in dieser Richtung über g_1 geschoben, das (nächst dem Bruche von Koda) aus zahlreichen kleineren (größtenteils nach SSO übergelegten) Falten besteht. Am SO-Gehänge des Kodaer Berges (388 *m*) haben wir also den überstürzten Schenkel einer liegenden Falte vor uns, der aus e_2 (oben), f_2 und g_1 besteht. Wenn wir hier nicht mit Seemann von einer Ueberschiebung sprechen wollten, so müßte mindestens zugegeben werden, daß die in zahlreiche kleine Falten gelegten g_1-Kalke sich von dem flach darüber liegenden hellen dickbankigen oder massigen Konjepruser Kalk f_2 abgelöst haben müssen. An dieser Stelle zieht Seemann einen Bruch hindurch, an dem nach seiner Anschauung g_1 von den darüberliegenden Stufen gegen SSO überschoben worden ist; er meint, daß „möglicherweise auch das Obersilur (e_2) noch etwas über f_2 hinweggeglitten ist." Diesen Schlußfolgerungen möchte ich beipflichten. Danach haben wir es nicht mit einer ausgesprochenen Faltenüberschiebung, aber mit einem Lagerungsverhältnis zu tun, aus dem solche Ueberschiebungen hervorzugehen pflegen, und dem man im mittelböhmischen Faltengebirge öfter begegnet[45]).

Ein weiteres Beispiel hierfür bildet der schon kurz erwähnte Bruch, der die Konjepruser Devonscholle im N und NO begrenzt.

---

[43]) Jahn, Geol. Exkursionen, 1903[31]), S. 25 und Profil (aufgenommen 1891), S. 21.

[44]) Fritz Seemann, Das mittelböhmische Obersilur- und Devongebiet südwestlich der Beraun. (Beitr. z. Pal. Oest.-Ung., XX, 1907, S. 69—114; geol. Karte, Profiltafel.) — Seemann ist ohne Zweifel unbeeinflußt gewesen; die Anschauungen, die von mir zu Lehrzwecken über den mittelböhmischen Gebirgsbau ausgesprochen wurden, waren ihm unbekannt.

[45]) Dagegen ist nach meinem Dafürhalten der ganze Bruch von Koda, über den noch einiges zu sagen ist (S. 46), als eine Faltenüberschiebung anzusehen, die — wie gewöhnlich — in eine größere Zahl von Teilverschiebungen zerfällt. Zu diesen gehören die von Seemann beschriebenen Ueberschiebungsflächen.

Jahn hat bereits gezeigt, daß hier im Hangenden von f_2 die e_2-Kalke und darüber die Uebergangsschichten $e_1 \beta$ und die Graptolithenschiefer $e_1 \alpha$ folgen [43]), mithin das Obersilur diskordant und in verkehrter Schichtenfolge auf dem Devon lagert. Seemann (S. 89 und 90) hat diesem wichtigen Lagerungsverhältnisse mehrere Querschnitte (Profil 6—9) gewidmet und bringt dasselbe in Verbindung mit dem weiter nördlich auftretenden Obersilur (Profil 8), das normal liegt, indem hier e_2 über e_1 folgt. Danach bildet das Obersilur ein schiefes Gewölbe, dessen überstürzter Schenkel auf dem Devonkalk liegt und diesen nach SSW überschiebt. (Das Streichen der Konjepruser Scholle [WNW] weicht von dem in der weiteren Umgebung zu beobachtenden Streichen sehr weit ab.)

Wir übergehen andere von Seemann festgestellte Ueberschiebungen und lassen namentlich die Frage unerörtert, ob nicht manche der übrigen von dem Genannten beschriebenen Brüche gleichfalls als Ueberschiebungen aufzufassen wären. Es genügt, auf die bisher betrachteten Vorkommnisse neuerdings aufmerksam gemacht zu haben, bei denen die Ueberlagerung jüngerer Schichtengruppen durch ältere tatsächlich zu beobachten ist. Seemann, der keine unmittelbare Veranlassung hatte, den Bau des Ganzen zu überprüfen, lag es fern, eine grundsätzliche Aenderung der von E. Suess eingeführten Anschauung über den Bau des mittelböhmischen Paläozoikums vornehmen zu wollen; er stand vielmehr auf dem Boden dieser Anschauung (S. 90). Um so größeres Vertrauen verdienen seine hier berührten Feststellungen. Den Bruch von Koda hielt er für einen „echten Senkungsbruch", und er glaubte nicht, „daß der Kontakt der Stufe H mit den jüngeren Stufen einer Ueberschiebungsfläche entspricht". (S. 81 [46]). Die Unregelmäßigkeit der Lagerung, auf die sich Seemann hierbei beruft, läßt sich unter Annahme einer Ueberschiebung recht gut erklären. Daß westlich von Koda g_1 und das f_2 des überstürzten Schenkels des von Seemann beschriebenen liegenden Gewölbes fehlen und die Stufe H unmittelbar mit e_2 (weiter in SW sogar mit f_2 des Hangendschenkels) in Berührung tritt, zeigt nach solcher Auffassung, daß die liegende Falte, in die man auch das an H anstoßende g_1 einbeziehen müßte, nach jener Richtung durch Unterdrückung des überstürzten Schenkels in eine regelrechte Faltenüberschiebung übergeht.

Der Arbeit Seemanns schließen sich neue Untersuchungen an, auf deren Ergebnisse hier nicht eingegangen werden soll; sie sind kürzlich von E. Nowak zusammengestellt worden [47]). Der isoklinale Faltenbau, aus dem auch Ueberschiebungen hervorgehen, tritt uns

---

[46]) Man ersieht daraus, wie ein von einer Autorität herrührender, in der Literatur überdies fest verankerter Ausspruch das Urteil selbst eines so unbefangenen Beobachters und selbständigen Arbeiters insoweit zu trüben vermag, daß er einen örtlich und sachlich so nahe liegenden Gedanken, der nur einen letzten Schritt zu einer naturgemäßen Auffassung des Gesamtbaues dargestellt hätte, zwar erörtert, aber von sich weist.

[47]) Zentralbl. f. Min., 1915, S. 306—320. — Daß die Auffassung des Genannten sich nicht in allen Einzelheiten mit der meinen deckt, ist für die Hauptfrage nicht von Belang.

besonders deutlich in den von Liebus gegebenen Querschnitten, namentlich Fig. 2 und 3, entgegen [48]). Es handelt sich hier um wiederholte Aufeinanderfolge von älteren kambrischen Konglomeraten und mittelkambrischem Paradoxidesschiefer, die (im „Südflügel") gleichsinnig gegen NW geneigt sind. Es ist abzuwarten, welche Abänderungen in der tektonischen Auffassung sich hierbei durch die weitere Verfolgung der von R. Kettner unterschiedenen Konglomerathorizonte ergeben werden [40]).

Wichtig bleibt noch immer, in möglichst vielen Fällen die unmittelbare Ueberlagerung jüngerer Schichtengruppen durch ältere zu beobachten. Es möge darum noch auf ein nächst Prag gelegenes kleines Vorkommen aufmerksam gemacht werden, dessen Lagerungsverhältnisse, obgleich das Auftreten der betreffenden Gesteine lange bekannt ist, meines Wissens bisher nicht erwähnt worden sind. Der Hügel, der das Kirchlein und den Friedhof von Slichow trägt, besteht aus devonischen Kalken der Stufen f_2 und g_1, u. zw. ist der mehr oder minder massig ausgebildete f_2-Kalk von g_1-Knollenkalk nicht überlagert, sondern von solchem unterlagert. Man sieht dies ganz deutlich auf der Ostseite des Hügels, und zwar besser vom rechten als vom linken Moldauufer aus, da durch den Damm der böhmischen Westbahn der tiefste Teil des Felsens verdeckt wird. Vom Bahndamm, wo man für eine gute bildmäßige Darstellung dem Vorkommen zu nahe ist, erhält man die in Taf. VIII (8), Abb. 1 wiedergegebene Ansicht, die aus zwei aneinanderschließenden photographischen Aufnahmen hergestellt ist. Darin ist nur ein kleiner südlicher Teil des viel ausgedehnteren und mächtigeren Vorkommens von f_2-Kalk sichtbar. Derselbe ist stark zerrüttet, Schichtung ist nicht sicher erkennbar. (Die dünnen dunklen Linien, die auf den hellen Felsen erscheinen und Streifung vortäuschen, rühren von Telegraphendrähten her.) Die sehr unregelmäßige Auflagerung auf dem dünngebankten, in kleine Falten gelegten g_1-Kalk ist gut zu sehen. Der letztere zeigt sehr wechselnde Lagerungsverhältnisse von streckenweise rein horizontaler Lage bis zu streckenweise rein vertikaler Stellung, bei der W—O-Streichen herrscht. An der Grenze der beiden Gesteine verläuft eine Reihe seichter Höhlungen, die von der Auswitterung des durch die Gebirgsbewegung entlang der Ueberschiebungsfläche zertrümmerten Gesteins herrühren dürften. Von der Auflagerungsfläche greifen mehrere kurze, steiler und flacher gegen NO geneigte Brüche in den hangenden f_2-Kalk ein, durch die das ganze Gesteinsvorkommen in kleine Schuppen zerteilt wird. In entsprechender Weise scheint sich die Schubfläche in mehrere Bewegungsflächen zu teilen. Weiter nördlich (außerhalb der im Bilde dargestellten Felsen) durchsetzen noch mehrere Brüche den hier allein sichtbaren f_2-Kalk. Man könnte glauben, daß der f_2-Kalk entlang den erwähnten Brüchen aus nordöstlicher oder ostnordöstlicher Richtung auf den g_1-Kalk geschoben ist. Allein dieser zeigt gerade bei steiler Schichtenstellung an der Grenze gegen den überlagernden f_2-Kalk Schleppungserscheinungen, wobei die Schichten sich in ungefähr nördlicher Richtung umbiegen und so an die Auflagerungsfläche

---

[48]) Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1913, Bd. 63, S. 770 und 772.

anschmiegen; dadurch wird es wahrscheinlich, daß der hangende f_2-Kalk in annähernd nördlicher Richtung bewegt worden ist.

Es dürfte wenige Gebiete von ähnlicher Beschaffenheit geben, in denen die Art der verschiedenen Gebirgsbewegungen verhältnismäßig so genau ermittelt werden kann wie im mittelböhmischen Faltengebirge. Es ist dies hauptsächlich den zahlreichen künstlichen Aufschlüssen zu danken, in denen wir nicht nur die Lagerungsverhältnisse, sondern an vergleichsweise frischem Gestein auch die vorhandenen Bewegungsspuren gut untersuchen können. Nach den vorhergehenden Erörterungen sind wir wohl berechtigt, auch zur Erklärung der großen streichenden Brüche, deren Bewegungsflächen wir nicht beobachten können, auf deren Vorhandensein aber aus den Lagerungsverhältnissen zu schließen ist, wie in anderen ähnlich gebauten Gebirgen, Ueberschiebungen, die aus dem Faltungsvorgang, bzw. aus dem lateralen Schub hervorgehen, anzunehmen. Trotzdem werden wir — schon mit Rücksicht auf die bisher geltende andersartige Anschauung und mit Rücksicht auf die allgemeinere Bedeutung der daraus abzuleitenden Ergebnisse — gut tun, auch diese Frage unter sorgfältiger Beurteilung zu behandeln. Versuchen wir dies, so zeigt sich sehr bald, daß fortgesetzte genaueste Untersuchung der einschlägigen Lagerungsverhältnisse, Feststellung aller Vorkommnisse, die jener Beurteilung förderlich sein können, auch weiterhin recht erwünscht sind.

Nur wenige Beispiele sollen hervorgehoben werden. Am längsten und besten bekannt ist die oben wiederholt erwähnte, unfern dem Südrande des Gebietes gelegene Bruchlinie der Przibramer Lettenkluft. (S. 8.) Besonders wertvoll erscheint, daß in diesem Falle durch den Bergbau die Verwerfungsfläche selbst aufgeschlossen und ihrer Lage und Gestalt nach festgelegt ist. Sie ist keine Ebene, sondern sowohl im Streichen wie im Fallen wellig gebogen. Das Einfallen erfolgt steil, mit 70°, gegen die Tiefe zu mit 65° gegen NW. Wenn man das bekannte Lagerungsverhältnis trotzdem, wie es geschehen ist, mit einem Senkungsbruche erklären will, so muß man annehmen, daß der im SO liegende Gebirgsteil sich unter dem ungeheuren Druck des hangenden Gebirgsteiles unter diesen abwärts und nach NW bewegt hat[49]). Daß die Bewegung wirklich unter gewaltigem Druck vor sich gegangen ist, ist aus der weitgehenden Zertrümmerung des anschließenden Gebirges zu erkennen; dasselbe hat die großen Mengen von Reibungsbreccie geliefert, die entlang der Verwerfung bis zu einer Mächtigkeit von 6 *m* angehäuft ist[50]).

Bei flüchtigen Besuchen des Bergwerkes habe ich an der Lettenkluft nur scharfkantige flache Scherben auflesen können, ausgesprochene „Quetschlinge", die auf den größeren Flächen spiegelnden Glanz zeigen. Es sind aber auch stark abgerundete große und kleine Gesteinsstücke

---

[49]) Ob Ueberschiebung oder Unterschiebung — das liefe auf dasselbe hinaus; wir können stets nur die relative Bewegungsrichtung feststellen.

[50]) J. Schmid, Montan-geol. Beschreibung des Przibramer Bergbauterrains. Wien 1892, S. 14.

in diesen Anhäufungen gefunden worden, die „Lettenkluftgerölle“, wie sie genannt worden sind. Eine Reihe von solchen, zumeist recht großen Stücken, die in der Sammlung der Markscheiderei in der Bergdirektion in Przibram aufbewahrt werden und vom Šefčiner Gang an der Lettenkluft stammen, habe ich durch das freundliche Entgegenkommen des Herrn Oberbergrates Steinmetzer genau zu besehen Gelegenheit gehabt. Einige von diesen aus Grauwacke bestehenden „Geröllen“ sind gut gerundet, andere zeigen andere, auch scharfkantige Formen; sie sind mit Rutschstreifen bedeckt und teilweise durch die Bewegung geglättet.

Die älteren kambrischen Grauwacken, die im SO der Lettenkluft liegen, bilden eine Mulde, deren nordwestlicher, an die Lettenkluft grenzender Flügel steiler aufgerichtet ist als der südöstliche. Pošepny — auch nach seiner Anschauung sind die im NW des Längsbruches folgenden vorkambrischen Schiefer auf die jüngeren Grauwacken aufgeschoben — hält jene muldenartige Biegung, die er als „Knickung“ bezeichnet, wie aus seinen Vergleichen hervorgeht, für eine Schleppungserscheinung [51]). Es ist kein Widerspruch gegen eine derartige Erklärung, wenn man an der Auffassung der muldenförmigen Lagerung festhält und aus dieser auf eine Faltungsüberschiebung schließt. Der steil aufgerichtete (bzw. überstürzte) Flügel der Mulde entspräche danach dem Mittelschenkel einer Falte, dessen ehemalige Fortsetzung in dem im NW der Lettenkluft, im Hangenden der überschiebenden vorkambrischen Schiefer neuerdings folgenden kambrischen Grauwacken zu finden wäre; diese hinwieder gehörten dem Hangendschenkel derselben Falte an, aus der sich die Ueberschiebung entwickelt hat. Es besteht kein Zweifel, daß sorgältige planmäßige Untersuchung der durch den tief und weit eingreifenden Bergbau gebotenen zahlreichen Aufschlüsse in dieser Frage reiche Belehrung ergeben würde.

In den schönen Kartenskizzen, die die oben [39], [40]) angeführten neuen Arbeiten Kettners begleiten, sehen wir die Bruchlinie der Lettenkluft gleichfalls als eine Ueberschiebung verzeichnet. Sie wird hier von zahlreichen Querbrüchen durchsetzt, an der sie quer auf ihr Streichen verschoben erscheint. Weiter in SO, näher der Granitgrenze, ist eine zweite Ueberschiebung verzeichnet, die ebenfalls an der Grenze von Kambrium (SO) und Algonkium (NW) verläuft und von mehreren derselben Querbrüche in gleicher Art betroffen erscheint. (Ueber die Altersbeziehungen zwischen den Querbrüchen und den Ueberschiebungen vgl. oben S. 38.)

Sehr genau ist durch die Untersuchungen Kettners im Motoltale bei Prag ein Teil der Prager Bruchlinie bekannt geworden,

---

[51]) F. Pošepný, Ueber Dislocationen im Přibramer Erzrevier. (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. XXII, 1872, S. 229—234.) Noch viel deutlicher als aus den von P. gegebenen Profilen erhält man den Eindruck einer aus dem verquetschten Schenkel einer Mulde hervorgehenden Schleppung aus dem Originaldurchschnitte J. Grimms (Die Erzniederlage bei Přibram in Böhm., Prag 1855, S. 29, Fig. 2), der sehr genau nach den in der Grube beobachteten Verhältnissen gezeichnet zu sein scheint.

die die beiden Untersilurzüge des nördlichen Teilgebietes scheidet [52]). Danach bilden im allgemeinen zwei im S der Bruchlinie liegende Züge der Quarzitstufe d_2 ein gegen S geneigtes Gewölbe, in dessen Kern die dunklen Schiefer $d_1 \gamma$ auftreten. Der nördliche Quarzitzug, der daher überstürzt ist, stößt bei der Pernikařka unmittelbar mit den stark gestörten, verwirrt gelagerten d_4-Schichten des nördlichen selbständigen Untersilurzuges zusammen. Zwischen den zuletzt erwähnten Schichtengruppen d_2 und d_4 würde nach dieser Auffassung die Prager Bruchlinie hindurchstreichen. Hier hätten wir demnach eine Faltenüberschiebung vor uns, bei der ein Teil des überstürzten Schenkels erhalten ist, ein Seitenstück zu den von Jahn und Seemann aus dem südlichen Teile des Kalkgebietes beschriebenen Vorkommnissen. (Vgl. oben S. 41 f.) Die Gesteine des nördlichen Quarzitzuges, die früher für d_5 angesehen und daher als die südlichst gelegene Stufe des nördlichen Untersilurzuges betrachtet wurden, zeigen bei der Pernikářka und weiter westlich eigenartige Ausbildung, die mit jener der typischen d_2-Quarzite nicht vollkommen übereinstimmt; es wäre deshalb erwünscht, größere Sicherheit über das Alter dieser Gesteine und damit über die Anwendbarkeit der erwähnten tektonischen Erklärung zu erhalten.

Von der für den Bau des Kalkgebietes wichtigen Bruchlinie von Koda-Srbsko, die Seemann noch für einen Senkungsbruch hielt, wurde zuletzt S. 41 u. 42 gesprochen. Sie ist meines Erachtens ebenfalls als Ueberschiebung aufzufassen. Vor einigen Jahren konnte ich in einem Bauernhofe des Dorfes Srbsko, der knapp am Fuße des ziemlich steilen nordwestlichen Gehänges des hier ins Berauntal einmündenden Nebentales liegt, das Anstehen von durch die Gesteinsbeschaffenheit und durch Pflanzenreste gut gekennzeichnetem Tonschiefer der Stufe *H* feststellen. Der tiefste Teil des Gehänges ist hier augenscheinlich künstlich angeschnitten, dadurch ist der Schiefer, der sonst auf weite Erstreckung nicht sichtbar ist, entblößt worden. Die höheren Teile desselben Gehänges werden von den bereits im NW der Bruchlinie gelegenen Knollenkalken g_1 gebildet. Man kann also mit derselben Berechtigung wie in zahllosen anderen Fällen sagen, daß an dieser Stelle die älteren Kalke g_1 die jüngeren Schiefer *H* überlagern. Wer eine noch genauere Feststellung verlangt, hätte hier gute Gelegenheit, durch eine verhältnismäßig seichte Bohrung nachzuweisen, ob die beiden Schichtengruppen auch in vertikaler Richtung übereinander liegen. Eine derartige Probe scheint auf Grund folgender Erwägung überflüssig zu sein.

Das Längstal von Srbsko besitzt hier nahe seinem Ausgange ins Berauntal eine ziemlich breite Sohle. Das Tal ist durch Seitenerosion und Abtragung im Laufe der Zeit erweitert worden, das jetzige nordwestliche Gehänge muß entsprechend zurückgetreten sein. Die Kalkfelsen, die den größten Teil des Gehänges bilden, sind auch der mechanischen Verwitterung ausgesetzt, müssen früher weiter gegen

---

[52]) R. Kettner, Ueb. d. neue Vork. der untersil. Bryozoen . . . in der Ziegelei Pernikářka bei Košiře (Resumé des böhm. Textes). Bull. intern. de l'Ac. des Sc. de Bohême 1913. Ferner der o. angef. Exkursionsführer [38]) mit Karte und zahlr. Querschn.

die Mitte des Tales zu angestanden sein und daher das jetzt sichtbare Vorkommen von *H*-Schiefern auch im strengsten Wortsinne überlagert haben. Es dürfte wichtiger sein, die hier wahrgenommene Art der Ueberlagerung auch an anderen Punkten der Bruchlinie nachzuweisen und entsprechende Beobachtungen an anderen Längsbrüchen des mittelböhmischen Faltengebirges zu gewinnen. —

Auf einen Längsbruch wäre bei dieser Gelegenheit neuerdings die Aufmerksamkeit zu lenken, den Krejči zuerst (Erläuterungen, S. 89) — wohl mit Rücksicht auf den Umstand, daß er im Streichen nicht weiter zu verfolgen ist — für eine unbedeutende Spalte erklärte, während er ihn später (Uebersicht, S. 97) vermutungsweise mit der Bruchlinie von Koda in Verbindung brachte. Bei Branik am rechten Moldauufer, südlich von Prag, fallen die devonischen g_1-Knollenkalke des „Südflügels" regelrecht nach NW, sind aber hier nicht, wie in der Gegend von Hluboczep westlich der Moldau von jüngeren Gesteinen überlagert, sondern in ihrem Hangenden treten die untersilurischen Schiefer d_5 auf, die hier mitten im Kalkgebiet zum Vorschein kommen. Freilich befinden wir uns da nahe dem nordöstlichen Ende des Auftretens der obersilurisch-devonischen Kalke, in deren Fortsetzung, wenn wir von dem weitentfernten Eisengebirge absehen, nur untersilurische Gesteine bekannt sind. Der Braniker Bruch entspricht sogar einer sehr ansehnlichen Sprunghöhe, die sich stratigraphisch annähernd durch die Mächtigkeit der untersilurischen Stufe d_5, der obersilurischen Stufen e_1, e_2, f_1 und der devonischen Stufe f_2 ausdrücken läßt. Sieht man ihn als einen Senkungsbruch an, so erscheint auch hier das (im SO gelegene) äußere Gebirgsstück (g_1) gesenkt.

Die Grenze zwischen g_1 und d_5 ist, wie zu erwarten, nicht aufgeschlossen. Die eigentlichen, stärker emporragenden Braniker Felsen, die aus hellgrauen Knollenkalken bestehen, werden seit langem in einem großen Steinbruche abgebaut. Sie sind von mancherlei Brüchen durchsetzt, u. a. von Querbrüchen mit schichtenparallelen Rutschstreifen. Vor einigen Jahren hat man begonnen, auch die im Hangenden der hellgrauen auftretenden dunkelgrauen (bis schwarzen) Knollenkalke, die derselben Stufe g_1 angehören und im N des großen Steinbruches ein zu den weichen Formen der untersilurischen Schiefer hinüberführendes niedriges Gehänge bilden, zu entfernen. Diese Arbeiten verdienen fortgesetzte Beachtung von geologischer Seite, da es möglich ist, daß in ihrem Verlaufe die Grenze g_1—d_5 und damit auch der hier durchstreichende Bruch bloßgelegt wird. Bisher hat sich gezeigt, daß mit der Annäherung an jene Grenze die dunklen Kalke stärkere Störungen annehmen. Wo Schichtflächen entblößt werden, sieht man sie in Rutschflächen verwandelt, die häufig spiegelnden Glanz aufweisen. Im Querbruche der Bänke erkennt man zahlreiche weiße Kalkspatadern in dem dunklen Gestein, die sich, wo sie in besonders großer Menge auftreten, zu die Bänke verquerenden Zonen anordnen; eine Zerknitterung, die nicht zu einem einheitlichen flächenhaften Bruche geführt hat. Während die hoch emporragenden hellen Kalkbänke im großen Steinbruche — abgesehen von der typischen knolligen Beschaffenheit — auffallend ebene Schichtflächen darbieten, die nur im großen, aus südlicher Richtung gesehen, eine

einmalige schwache Biegung erkennen lassen, sind die steiler aufgerichteten hangenden dunklen Kalke unter viel kleineren Verhältnissen mehrfach wellig gebogen. Ueberdies zeigte sich in ihnen im Oktober 1911 eine größere Störung, die in Taf. I (1), Abb. 2 wiedergegeben ist: in ziemlich dicken Bänken eine Falte, deren Muldenbiegung in einen Bruch übergeht, der sich nach unten in eine Schichtfläche fortsetzt. Gegen N (nach links) schließt sich daran eine viel schwächer ausgebildete Falte, die mit einer ähnlichen Störung in Verbindung zu stehen scheint [53]).

Ob die zwischen g_1 und d_5 verlaufende Störung, falls die Grenze aufgedeckt werden sollte, klar zu sehen sein wird, ist allerdings recht unsicher. Es mag sein, daß die Zerrüttung immer größer wird, und daß schließlich die Grenze von einer Zone zertrümmerten Gesteins gebildet wird. Immerhin bleibt das Vorkommen beachtenswert. In anderen Gebieten würde der Bruch heute unbedenklich als eine Ueberschiebung aufgefaßt werden, längs der die ebenfalls nach NW einfallenden d_5-Schiefer auf die jüngeren Knollenkalke aufgeschoben sind. Es ist auffallend, daß eine so ausgesprochene Störung sich nicht nach SW über die Moldau fortzusetzen scheint. Dennoch wird man diese Möglichkeit im Auge behalten müssen. In der Fortsetzung der Braniker Knollenkalke liegen im N des Barrandefelsens die dort ebenfalls sehr gut aufgeschlossenen Knollenkalke gleichen Alters. Sie werden von der Straße sehr schräg auf das Streichen geschnitten, so daß dieselbe manchmal nahezu im Streichen verläuft. Dadurch wird für minder achtsame Beobachtung eine übergroße Mächtigkeit vorgetäuscht. Trotzdem läßt sich erkennen, daß die Mächtigkeit der Stufe g_1 links der Moldau weit größer ist als bei Branik. Es ist nicht ausgeschlossen, daß dieser Umstand auf einer oder mehreren Längsstörungen beruht, die genau im Streichen verlaufen und darum nicht hervortreten. Nur eine sehr genaue Kenntnis der Gliederung der g_1-Kalke, die, wie ich einer freundlichen Mitteilung Herrn Dr. Kettners entnehme, in die Wege geleitet ist, und eine ebenso eingehende Untersuchung könnte Aufschluß geben, ob wir es links der Moldau mit einer ursprünglichen, einheitlichen Schichtenfolge der Stufe g_1 zu tun haben.

5. Kolonien.

Die an diese Bezeichnung anknüpfende, wiederholt eingehend erörterte Frage soll hier nur insoweit berührt werden, als es zur Besprechung der Art der Lagerungsstörungen, auf die die weitaus überwiegende Zahl der Kolonien zurückzuführen ist, nötig erscheint. Es handelt sich hierbei um die Einschaltung ganzer Züge von obersilurischen Graptolithenschiefern ($e_1\,\alpha$) in die jüngste Stufe (d_5) des

---

[53]) Mit dem Fortschreiten des Abbaues verschwanden diese Störungen wieder, es stellten sich aber in späteren Jahren undeutliche Anklänge an die beobachteten Kleinfaltungen und Verschiebungen ein. Manche Veränderungen dürfte ich nicht gesehen haben. Es ist wohl nicht überflüssig, eine der Beobachtungen durch die hier gebene Abbildung festzuhalten. Das Vorkommen schließt sich zugleich den vielen Hinweisen darauf an, daß eine scheinbar einheitliche, gleichsinnig geneigte Schichtenfolge in Wirklichkeit verwickelter gebaut sein kann.

Untersilurs. Seitdem Marr[54a]) und Tullberg[54b]) nachgewiesen haben, daß in diesen Zügen dieselben Graptolithenzonen in derselben Reihenfolge auftreten wie in den stratigraphisch regelrecht die unterste Abteilung des Obersilurs bildenden Graptolithenschiefern, ist für die erwähnten Vorkommnisse die Anwendung der Barrande'schen Erklärung ausgeschlossen.

Daß diese „Kolonien" den untersilurischen Gesteinszügen wirklich zwischengelagert sind, geht schon aus der älteren Literatur deutlich genug hervor. Außer Barrande wären in dieser Hinsicht die bekannte Schrift Lipolds[54c]) und die Profiltafel in Krejčis Erläuterungen[1]) (besonders Fig. 6 für die Kolonien Haidinger und Krejči südlich von Großkuchel und Fig. 4 für die mehrfachen Einlagerungen der Gegend von Třeban) einzusehen. Diese Art der Lagerung ist geradezu kennzeichnend für die Kolonien und war einer der Gründe, die Barrande zur Aufstellung und Festhaltung seiner Hypothese bewogen. Es können daher keine „grabenartigen Versenkungen" vorliegen, wie Katzer und mit ihm unsere jetzigen Lehrbücher wollen.

Lipold hat mit Recht die Diskordanzen hervorgehoben, die zwischen den Graptolithenschiefern der Kolonien und den sie überlagernden d_5-Schichten zu beobachten sind, und sich hierauf zur Begründung der von Krejči und ihm damals vertretenen Anschauung berufen. Diese Abweichungen von der gleichsinnigen Lagerung sind nicht groß, und heute wird man, da es sich darum handelt, die Art der Lagerungsstörungen zu erkennen, davon sprechen können und darin keinen Widerspruch gegen jene Beobachtungen und Erwägungen erblicken dürfen, daß die Lagerung im großen und ganzen konkordant ist. Die unmittelbare Auflagerung von e_1 auf d_5 ist an den Kolonien nicht selten zu beobachten; es kann sich hierbei um ursprüngliche Auflagerung handeln. Auch die Ueberlagerung von e_1 durch d_5 ist wiederholt wahrzunehmen. Eine leicht erreichbare Kolonie, die meines Wissens in der älteren Literatur nicht erwähnt wird — vermutlich ist der Aufschluß verhältnismäßig neu —, liegt an dem Gehänge, das hinter dem Bahnhof von Kuchelbad angeschnitten ist. Hier sind unmittelbar über einem Zug von Graptolithenschiefern, in dem wohlerhaltene Graptolithen in Menge zu sammeln sind, die d_5-Schichten mit ungefähr gleichem Einfallen zu sehen.

Die Schichten verquerende Verwerfungen, Senkungsbrüche, die solche Lagerungsverhältnisse hervorrufen würden, sind nicht beobachtet. Vermutlich fallen die Störungsflächen mit Schichtflächen zusammen oder weichen von ihnen nur wenig ab, so daß sie schwer festgestellt werden können. Wir haben die Wahl, eine Kolonie auf regelmäßige Einfaltung oder auf eine Faltenüberschiebung zurückzuführen. Läßt sich in einer Einlagerung eine Folge von Graptolithenzonen erkennen, so gibt uns dies einen guten Anhaltspunkt. Erkennen wir darin einen

[54a]) Marr, On the predevonian rocks of Bohemia. (Quart. journ. Geol. Soc. London, XXXVI, 1880.)

[54b]) Tullberg, Ueb. d. Schichtenfolge d. Silurs in Schonen, nebst einem Vergl. m. anderen gleichalt. Bildungen. (Z. D. geol. Ges. XXXV, 1883, S. 223—269.)

[54c]) Lipold, Ueb. Barrande's „Colonien". (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. XII, 1861 u. 1862, S. 1—66, 2 Taf. Karten u. Querschnitte.)

symmetrischen Bau mit einer jüngeren Zone im Innern, so liegt eine isoklinale Mulde vor. Finden wir im Liegenden von d_5 nur eine einmalige obersilurische Schichtenfolge, so muß das Untersilur überschoben sein.

Die von Marr erkannte Zonenfolge, die diesen bereits zum Nachweise tektonischer Störungen an einigen Kolonien geführt hatte, hat kürzlich in vereinfachter Form E. Nowak benützt und durch seine Untersuchungen an der Grenze von Unter- und Obersilur in der Gegend von Trzeban an der Beraun isoklinalen Faltenbau und daraus hervorgehende Ueberschiebungen nachgewiesen, durch die im wesentlichen die Anschauungen Lipolds über die tektonische Natur der Kolonien dieses Gebietes bestätigt werden[55]). Gleichzeitig und unabhängig hiervon hat J. Woldřich einen Teil desselben Gebietes untersucht und ist erfreulicherweise zu wesentlich übereinstimmenden und weiteren wichtigen Ergebnissen gelangt[37]). Ein recht anschauliches Bild des durch Faltung und Bruch bewirkten vielfältigen Ineinandergreifens von d_5 und e_1 gibt der von Woldřich entworfene (nach unten und oben ergänzte) Querschnitt (a. a. O., S. 18, Fig. 4). Man wird solcher Darstellung um so lieber folgen, wenn man die ähnlichen, noch verwickelteren Lagerungsstörungen betrachtet, die in jeder der beiden Schichtengruppen für sich an der böhmischen Westbahn aufgeschlossen (daselbst S. 6, Fig. 1 für d_5 und bes. S. 11, Fig. 2 für e_1) und in den erwähnten Querschnitt mit aufgenommen sind.

Wenn wir die kolonialen Einlagerungen teils auf Einfaltungen von e_1 in d_5, teils auf Faltungsüberschiebungen der d_5-Schichten über e_1 zurückführen, — es scheint, daß dort, wo die Kolonien nicht so gehäuft auftreten wie in der eben erwähnten Gegend, Ueberschiebungen eine besonders häufige Ursache dieser Lagerungsstörungen sind, — so steht dieses Urteil in guter Uebereinstimmung mit der Anschauung, zu der wir über die Natur der Längsbrüche des mittelböhmischen Faltengebirges gelangt sind; ja, mehr als dies: sofern durch exakte Untersuchungen, wie die berührten, die Art der Störungen festgestellt werden kann, bilden diese Ergebnisse eine Bekräftigung jener Anschauung. Die guten Aufschlüsse, durch welche wir die Kolonien kennen gelernt haben, bieten eben die Möglichkeit, die Ueberlagerung jüngerer Gesteine durch ältere zu sehen, eine Möglichkeit, die bei den auf weit größere Entfernungen verfolgten streichenden Brüchen in der Regel nicht geboten ist.

Daß an der stratigraphischen Grenze von Unter- und Obersilur in so vielen Fällen ein tektonisches Ineinandergreifen der beiden Schichtengruppen stattfindet, daß kräftige Lagerungsstörungen hier eine gewöhnliche Erscheinung sind, beruht wohl auf dem weitgehenden Unterschied in der Gesteinsbeschaffenheit und in der Art der Schichtenbildung der Gesamtheit des („sandig-tonigen") Untersilurs einerseits und der Gesamtheit der (vorwiegend kalkigen) obersilurisch-devonischen

---

[55]) E. Nowak, Geol. Untersuchungen im Südflügel des mittelböhm. Silur (Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1914, bes. S. 242—252); ferner der schon erwähnte Literaturbericht[47]).

Stufen anderseits. Dazu kommt das Vorhandensein der weichen Schiefer, welche die jüngste Schichtengruppe des Untersilurs bilden, und die dünnblätterige Beschaffenheit der meist ziemlich mächtigen, an der Basis des Obersilurs auftretenden Graptolithenschiefer, zwei Umstände, die dazu beigetragen haben mögen, daß es an dieser stratigraphischen Grenze verhältnismäßig leicht zur Ablösung der genannten beiden umfangreichen Schichtenreihen von einander und zur Entstehung von — wenigstens streckenweise — an die Schichtflächen sich haltenden Längsstörungen kommen konnte. (Vgl. oben S. 25 und Fußnote [36].)

6. Diabas-Lagergänge.

Es wäre verlockend, die Beziehungen zwischen den tektonischen Vorgängen und den mannigfaltigen Erstarrungsgesteinen zu erörtern, die in den älteren paläozoischen und den vorkambrischen Ablagerungen Mittelböhmens auftreten. Nicht wenigen von diesen Vorkommnissen sind bereits eingehende Untersuchungen und Beschreibungen gewidmet worden. Wenn gegenüber der Gesamtheit der auftauchenden Fragen noch Zurückhaltung geboten ist, so können wir doch an einer derselben nicht stillschweigend vorübergehen: an der Frage der Beziehungen zu den zahlreichen Diabasergüssen des Faltengebirges.

Es sind hauptsächlich zwei Schichtengruppen durch das häufige Auftreten dieser Eruptivgesteine ausgezeichnet: die älteste Stufe d_1 des Untersilurs und die älteste Stufe e_1 des Obersilurs. In d_1 ist es die Unterabteilung $d_1 \beta$, die manchmal vorwiegend aus Diabasen zusammengesetzt ist. Sehr bekannt ist das Auftreten der Diabase im e_1, wo sie mit den Graptolithenschiefern ($e_1 \alpha$) auf das engste vergesellschaftet sind, so daß sie für die Stufe e_1 als kennzeichnend angesehen wurden. Da sie überaus häufig lagerartig den Sedimenten eingeschaltet sind, wurden sie wie diese von den älteren Geologen zn dem ursprünglichen und wesentlichen Bestande der Stufe e_1 gerechnet, und derselbe Vorgang wurde auch in bezug auf die kolonialen Einlagerungen von Diabasen eingehalten, da diese fast stets mit den Graptolithenschiefern in d_5 erscheinen. Das war insofern berechtigt, als neben den lagerartigen Ergußgesteinen manchmal auch ihre Tuffe in den genannten Schichtengruppen auftreten. In $d_1 \beta$ spielen Diabastuffe sogar eine noch größere Rolle als die Diabase. Auch organische Reste finden sich in den Tuffen nicht selten, so daß über das Alter der zugehörigen Ströme oder Decken kein Zweifel bestehen kann [56]).

Seitdem man begonnen hat, die Kontakterscheinungen zu beachten, sind zahlreiche derartige Vorkommnisse an der Grenze der Graptolithenschiefer gegen die Diabase in Mittelböhmen festgestellt worden. Wo es nicht zur Ausbildung besonderer Kontaktgesteine kam, erscheinen die Graptolithenschiefer durch die Diabase wenigstens gehärtet und sie verlieren dabei zugleich ihre dünnblättrige Beschaffenheit, bzw.

---

[56]) Diabastuffe treten auch in e_2 auf, dazu andere Sedimente, die zum Teil aus eruptiven, zum Teil aus organogenen kalkigen Bestandteilen und wohlerhaltenen Versteinerungen bestehen und daher zwischen Kalksteinen und Tuffen vermitteln.

ihre Spaltbarkeit. So stellt sich immer deutlicher heraus, daß die Mehrzahl jener lagerartigen Einschaltungen Lagergänge darstellen, wie denn auch Quergänge und stockförmige Körper von Diabas, die die Ablagerungen durchbrechen, lange bekannt sind. Dabei fehlen Ströme, Decken von Diabas in e_1 keineswegs[57a]). Anderseits sind auch aus jüngeren Schichten bis in die devonische Stufe g_2 Ergüsse von Diabas bekannt[57b]). Seemann erwähnt den im SO des Berges Damil gelegenen Diabasschlot, der die Stufe f_2 durchbrochen und mächtige Tuffe gefördert hat, die oft große Stücke von f_2-Kalk enthalten. Daß viele in e_1 vorkommende Diabasergüsse jünger sind als die Graptolithenschiefer, geht auch daraus hervor, daß sie oft zahlreiche gehärtete Stücke und kleine Schichtenpakete dieser Gesteine enthalten[58]).

Das häufige Auftreten von Diabaslagergängen erstreckt sich auch auf den oberen Teil der Stufe d_5, deren Sandsteinbänke sie im Kontakt verändert haben (Nowak[55]), Woldřich[37]). Die Diabaslagergänge kennzeichnen daher die sehr bewegliche Gesteinszone, die zu beiden Seiten der stratigraphischen Grenze zwischen Unter- und Obersilur verläuft. Damit hängt ihr Vorkommen in den Kolonien zusammen, die, wie erwähnt, fast stets von Diabaslagergängen begleitet sind.

Das genaue Alter dieser Lagergänge läßt sich kaum mit Sicherheit ermitteln. Es mag sein, daß ihnen ebenfalls verschiedenes Alter zukommt. Wenn wir aber berücksichtigen, daß ihr häufiges Vorkommen sich an die große Schichtenablösungsfläche zwischen Unter- und Obersilur und an die von ihr abhängigen Längsbrüche hält, auf die auch die Kolonien zurückzuführen sind, so dürfte die Vermutung nicht leichthin abzuweisen sein, daß dies auf einer ursächlichen Verknüpfung beruht. Hat noch Krejči (und nach ihm Katzer) in den Diabaseruptionen die Ursache der Lagerungsstörungen (mit Einschluß der Faltung) vorausgesetzt, so können wir in den aus der Faltung hervorgehenden größeren Störungen die Ursache des Auftretens der Diabaslagergänge erblicken. Die nahe der Unter-Obersilurgrenze verlaufenden Längsbrüche brauchen deshalb nicht bis in bedeutende Tiefen zu reichen, aber sie müssen nach dieser Vorstellung mit tiefgehenden Störungen in Verbindung stehen.

Die ganze silurisch-devonische Schichtenfolge ist in einem einheitlichen marinen Ablagerungsgebiete[59]) entstanden, das eine weitaus

[57a]) Nach Seemann[44]) kommen solche in dem von ihm aufgenommenen Gebiete sogar häufiger vor als Lagergänge. In anderen Teilen des Faltengebirges dürfte das umgekehrte Verhältnis obwalten. Nowak[55]) und Woldřich[37]) erklären die weitaus meisten Diabaslager der Kolonien der Gegend von Trzeban für intrusiv.

[57b]) Krejči, Erläuterungen[1]), S. 65—66; Uebersicht[2]), S. 74.

[58]) Ein von Prag leicht erreichbarer Punkt, an dem dies zu sehen, liegt in einem nördlichen (von Butowitz her kommenden) Seitentale des Prokopitales an dem nach S gegen das Dörfchen Neudorf (Nova ves) der Sp.-K. abfallenden steilen Diabasgehänge.

[59]) Den unzweckmäßigen Ausdruck Geosynklinale, der im ursprünglichen Danaschen Sinne nicht tektonisch zu verstehen ist, aus dessen Wortsinn jedoch tektonische Vorstellungen hervorgegangen sind, wird man in diesem Falle um so sorgfältiger zu vermeiden haben, als die ganz unzulässige Beziehung zur „Silurmulde“ allzu nahe liegt.

größere Ausdehnung besessen hat, als der von der Abtragung noch verschonte Rest des alten Faltengebirges. Wir erkennen einen stratigraphischen Zyklus, der absteigend von den Flachseebildungen des Untersilurs bis zu den devonischen Radiolariengesteinen der Grenzzone g_3—H reicht. Von dem aufsteigenden Aste des Zyklus sind nur die Tonschiefer H erhalten, deren Zusammensetzung bereits auf Festlandsnähe hinweist[60]). Die Faltung dürfte sehr bald eine weitgehende Ablösung der gesamten jüngeren Schichtenreihe vom Untersilur bewirkt haben. (Vgl. oben S. 50 f.) So konnte es geschehen, daß, als an viel tiefer greifenden, das Untersilur und dessen Unterlage durchsetzenden Brüchen Eruptivgesteine empordrangen, diese auch in den Raum jener Ablösungsfläche sich verbreiteten, hier vielleicht in größerer Menge (als Lakkolithen) sich anhäuften und auch in die an jener stratigraphischen Grenze entstehenden Brüche eindrangen.

Die Zeit des Eindringens in jene Längsbruchspalten würde sich danach ein wenig genauer durch die Zeit des Faltungsvorganges bestimmen lassen, für den wir den Zeitraum Oberdevon-Unterkarbon zur Verfügung haben. Die mit den Pflanzenresten von h_1 zusammen vorkommenden marinen Tierreste weisen auf unteres Mitteldevon hin[61]). Es könnte sein, daß in den höheren Teilen von H, die bisher keine organischen Reste geliefert haben, neben Ablagerungen des oberen Mitteldevon noch oberdevonische Bildungen enthalten sind. Auch wäre es möglich, daß im mittelböhmischen Ablagerungsgebiete in oberdevonischer Zeit noch Absätze entstanden sind, die als jüngste Bildungen schon während des Faltungsvorganges, beim ersten Aufsteigen aus dem Meere der Brandung oder früher subaerischer Abtragung zum Opfer gefallen sind. Es ist anderseits zu bedenken, daß die Faltung schon längere Zeit vor Abschluß der Sedimentbildung begonnen haben kann. Jedenfalls sehen wir in dieser Frage zu unsicher, um die Zeit der Faltung mit größerer Genauigkeit festzulegen.

Der im Vorstehenden entwickelten Vorstellung steht eine andere Anschauung gegenüber, zu der sich jedoch eine Vermittlung gewinnen lassen dürfte: Die Diabaslager sind in die noch horizontal liegenden Graptolithenschiefer eingedrungen und mit diesen der Faltung und Bruchbildung unterworfen worden. Diese Anschauung wird neuerlich von J. Woldřich (S. 21 [37]) vertreten, der in den Diabasen „vielfach die indirekte Hauptursache der tektonischen Bildungsweise der Kolonien“ sieht. „Die mächtigeren Diabaskörper lagen wie feste, harte Platten zwischen den weichen Schiefern e_1 und leisteten der Faltung oft bedeutenderen Widerstand als letztere, so daß es in ihrer Nähe zu Faltenzerreißungen, zur Entstehung von Ueberschiebungen und Verwerfungen kam, durch welche wir heute die sog. Kolonien erklären.“ Hierin liegt

[60]) Immerhin zeigt der Erhaltungszustand der die untere Abteilung der Stufe H kennzeichnenden Landpflanzenreste, wie ich einer freundlichen mündlichen Mitteilung des Herrn Prof. Krasser entnehme, daß dieselben einen langen Transport durchgemacht haben. Dies steht in Uebereinstimmung mit dem reichlichen Vorkommen, von Goniatiten und gewissen Bivalven in denselben Schichten, das nicht für eine Flachseeablagerung spricht. Erst das Auftreten von Sandsteinbänken in h_2 zeigt wieder größere Landnähe an.

[61]) Jahn nach Holzapfel, Verh. d. k. k. geol. Reichsanst., 1903, S. 79.

meines Erachtens ein sehr gesundes tektonisches Urteil, das durch die Erfahrung bestätigt wird. Es steht in voller Uebereinstimmung mit den oben niedergelegten Erörterungen. Ohne Zweifel müssen mächtige lagerartige Gesteinskörper von fester und harter Beschaffenheit sich dem Seitenschub gegenüber anders verhalten als die dünnblättrigen Graptolithenschiefer, die der Kleinfaltung sehr zugänglich sind, wogegen jene mehr geneigt sein werden, sich entlang von Brüchen zu verschieben.

Daß es Diabaslagergänge gibt, die mit den Graptolithenschiefern, in die sie eindrangen, gefaltet worden sind, zeigen Woldřichs Beobachtungen (S. 11, 12, Fig. 2, 3). An einer Stelle bilden im Hangenden und Liegenden des kräftig gefalteten Diabaslagerganges die Graptolithenschiefer weit steilere Falten als der Gang. Danach mögen manche Lagergänge frühzeitig, vor oder bald nach Beginn des Faltungsvorganges in die Graptolithenschiefer eingedrungen sein.

Im allgemeinen finden wir jedoch in den Kolonien kein solches verschiedenes tektonisches Verhalten der beiden Gesteine, wie es uns sonst bei verschieden ausgebildeten Sedimentgesteinen häufig entgegentritt. (Vgl. oben S. 21 ff.) Die Arbeit Woldřichs bringt uns hierfür ebenfalls gute Beispiele. Sein Profil Fig. 2 auf S. 11 gibt außer den heftigen Faltungen — weiter in NW bei ruhiger Lagerung „kleinere Ueberschiebungen“ wieder, „welche hauptsächlich an die Nähe von Diabaslagergängen gebunden zu sein scheinen.“ Die beiden am weitesten gegen SO gelegenen Ueberschiebungen, bei denen unmittelbar an der Ueberschiebung und parallel zu ihr ein Lagergang auftritt, dem jeweils Graptolithenschiefer konkordant aufgelagert sind, scheinen mir die Regel darzustellen.

Man müßte sonach annehmen, daß die ganze Vergesellschaftung der beiden Gesteine, wie sie in den Kolonien vorliegt, den Gebirgsbewegungen gegenüber sich anders verhalten hat als die sonstigen Ablagerungen. Vielleicht kommen wir der Wahrheit am nächsten, wenn wir uns vorstellen, daß, wie teilweise die Tatsachen lehren, Eruptionen von Diabas wiederholt: vor, zu Beginn und während des Verlaufes der Gebirgsbildung sich ereigneten, daß aber ihr Eindringen in der Form von mächtigen Lagergängen insbesondere während der Bruchbildung, während der Ausbildung der Ueberschiebungen stattgefunden hat.

Durch die Annahme, daß viele Diabasvorkommen während des Faltungsvorganges emporgedrungen sind, ließen sich manche Erscheinungen leichter erklären. Es kommt vor, daß die kleinen Schichtenpakete von Graptolithenschiefer, die in den Diabasen eingeschlossen sind, heftig gefaltet sind. Soll man dem Empordringen heißflüssiger Gesteine außer einer zertrümmernden auch eine faltende Einwirkung auf die Absatzgesteine zuschreiben?[62]).

Eine sehr enge Wechselbeziehung zwischen der Faltung von Graptolithenschiefern und dem Auftreten von Diabas ließe sich aus einem kleinen Gesteinsvorkommen entnehmen, das vermutlich nur einen Rest eines durch Steinbruchbetrieb oder Straßenbau stark mitgenommenen größeren Vorkommens darstellt und wegen seiner Ver-

[62]) Noch neuestens tut letzteres E. Nowak (S. 237, 251[55]).

gänglichkeit hier festgehalten werden soll. Es liegt im Tale von Großkuchel, am Ausgange des ersten nördlichen Seitentales, in dem an beiden Gehängen die Uebergangsschichten $e_1 \beta$ in Steinbrüchen aufgeschlossen sind[63]. Eine kleine Mulde von durch den Kontakt gehärteten Graptolithenschiefern, deren südlicher Flügel steil aufgerichtet ist, ist von Diabas unterlagert und von zwei Seiten umschlossen. In beiden in Taf. VIII (8), Abb. 2 und 3 wiedergegebenen Bildern, die einander ergänzen, ist die Schmalseite des Aufschlusses, die annähernd dem Querschnitte der kleinen Mulde entspricht, und zwar Abb. 2 (links) ungefähr von W, Abb. 3 (rechts) ungefähr von WSW aufgenommen, wobei zugleich in starker Verkürzung in Abb. 2 die linke (nördliche) Seite, in Abb. 3 die rechte Seite des Aufschlusses zu sehen ist, jene Seiten, die im Streichen der kleinen Mulde liegen. (Der Hammer befand sich bei beiden Aufnahmen in gleicher Lage an derselben Stelle.) Die beiden Gesteine scheinen aneinander vorüberbewegt zu sein; die teilweise aufgeschlossene Grenzfläche der linken Seite, von der in Abb. 2 einiges wenige zu sehen ist, macht den Eindruck einer im Streichen aufgeschlossenen Schleppung. Die Grenzfläche, an der, soweit sie aufgeschlossen ist, der Diabas nur mehr in Spuren haftet, besitzt die Färbung des Diabases. Dadurch wird an diesen Stellen die lineare Grenze zwischen den beiden Gesteinen undeutlicher. Um die letztere in den Bildern besser kenntlich zu machen, ist sie an vielen Punkten durch den Buchstaben δ bezeichnet, der stets so angebracht ist, daß er nahe der Grenze, aber noch ganz im Diabas (an manchen Stellen in dem den Diabas verdeckenden Schutt) liegt; auf diese Art bleibt die Grenzlinie selbst unverletzt. Daß der Graptolithenschiefer nicht etwa einfach in einen Diabaslagergang eingefaltet ist, läßt sich deutlich erkennen. Auf beiden Längsseiten schneidet der Diabas die Lagen des Graptolithenschiefers schräg ab, so daß tiefere und höhere Lagen desselben mit dem Diabas unmittelbar in Berührung treten. Beide Gesteine sind von vielen Rutschstreifen durchzogen, die nach verschiedenen Richtungen, aber immer flach, öfter schichtenparallel verlaufen, letzteres dort, wo auch die Schichten flach gelagert sind.

Auf beiden Längsseiten finden sich in größerer Höhe — hiervon ist in den Aufnahmen nichts zu sehen — im Diabas noch kleine Schichtenpakete von Graptolithenschiefer, die nicht mit dem großen Vorkommen in Verbindung stehen. Auch dringt der Diabas an manchen Stellen in das zusammenhängende Vorkommen von Graptolithenschiefern ein. Oberhalb und bergseits des Vorkommens verläuft ein Fahrweg, der aus dem Großkuchler Tal in das nördliche Seitental hinaufführt. Auf der anderen Seite des Fahrweges läßt sich die Fortsetzung des

---

[63]) In dem auf der rechten (westlichen) Seite des Nebentales liegenden, noch im Betriebe befindlichen Steinbruch habe ich wiederholt schöne Rutschspiegel auf den Schichtflächen der sehr regelmäßig mit Schiefer wechsellagernden obersilurischen Kalkbänke beobachtet. Außerdem lassen sich auf die Schichten verquerenden Brüchen schichtenparallele Rutschstreifen feststellen. In demselben Steinbruch habe ich vor Jahren ein *Orthoceras* erworben, das dadurch bemerkenswert ist, daß es trotz sehr raschem Dickenwachstum über 1 *m* lang ist; es ist in der geolog. Sammlung der deutsch. techn. Hochschule aufgestellt.

beschriebenen Vorkommens im höheren Gehänge erkennen, indem hier Graptolithenschiefer, die teilweise gehärtet sind, mit Diabas wechsellagern bei sehr steiler Stellung der Schiefer. Hiernach scheint es sich bei dem abgebildeten Vorkommen nicht um ein großes, muldenförmig gebogenes Schichtenpaket von Graptolithenschiefer in Diabas, sondern um ein Auftreten des erstgenannten Gesteins zu handeln, das mit den nahe gelegenen ausgedehnten Vorkommnissen der Stufe *E* in engerem Verbande steht. Hierfür spricht auch, daß die Faltung des Graptolithenschiefers in der regelrechten Faltungsrichtung (SSO—NNW) erfolgt ist.

Der Diabas, der den Graptolithenschiefer gehärtet und des größten Teils seiner Spaltbarkeit beraubt hat, ist jünger als der letztere. Anderseits ist entlang den Grenzflächen der beiden Gesteine Bewegung unter Druck vor sich gegangen, wie sie sich sonst an Rutschflächen fester Gesteine abspielt. Ein eruptives und ein tektonisches Ereignis haben eingewirkt. Ob zwischen beiden Vorgängen ein sehr langer Zeitraum liegt oder nur ein solcher, der genügt hat, das Eruptivgestein zum Erstarren zu bringen, läßt sich aus dem einzelnen Vorkommen selbstverständlich nicht entnehmen. Aber dieses wie manche andere ordnen sich ein in die Vorstellung, daß die Faltung und die daraus hervorgehende Bruchbildung einerseits, die Diabasergüsse anderseits während eines längeren Zeitraumes Hand in Hand gingen, daß die entstehenden Brüche die Verbindung mit Tiefengebieten herstellten, in denen heißflüssige Gesteine vorhanden waren, wodurch diesen der Weg in die höher liegenden Gebiete eröffnet wurde.

Die in der Stufe d_1 vorkommenden Diabase sind bisher weniger bekannt geworden. Auch sie treten zum Teile als Lagergänge auf (Nowak, S. 236, 256[55]). Sollten sich solche hier ebenfalls in großer Zahl nachweisen lassen, so wäre ihr Vorkommen nahe der Basis des Untersilurs tektonisch leicht erklärlich, da schichtenparallele Verschiebungen an dieser stratigraphischen Grenze von gleich großer Bedeutung sind.

Es ist oben vorausgesetzt worden, daß die Diabasergüsse auch das Liegende des Silurs durchbrochen haben. Tatsächlich kennt man Diabasgänge aus dem Kambrium und in großer Zahl aus den vorkambrischen Gesteinen. Kettner hat in einer geologischen Karte des südlichen Moldaugebietes[64]) nur die wichtigsten von ihm beobachteten Diabasgänge verzeichnet, die in der Regel die Richtung NNO—SSW einhalten. Ihm ist die Beobachtung zu danken, daß in der Gegend von Davle die Porphyrlagergänge von Diabas durchbrochen werden. Die von Kettner im Präkambrium des genannten Gebietes festgestellten Porphyrlagergänge, die eine ansehnliche Länge und Mächtigkeit erreichen, bieten ein schönes Seitenstück zu den an der Unter-Obersilur-Grenze auftretenden Diabaslagergängen. Gegen die Deutung der Porphyrlagergänge als lakkolithenartige Ergüsse ist nichts einzu-

---

[64]) R. Kettner, Ueb. lakkolithenartige Intrusionen der Porphyre zw. Mníšek und der Moldau. (Résumé des böhm. Textes.) Bull. intern. Ac. d. Sc. de Bohême, XIX, 1914, S. 1—26.

wenden. Ueber ihr Alter urteilt der Verfasser vorsichtig. Nach der zweiten von ihm aufgestellten „Möglichkeit“, die er für wahrscheinlich hält, wäre ihre Intrusion „die Einleitung zu dem ungeheuren und lange andauernden paläozoischen Faltungs- und Eruptionsprozesse“ (S. 25). Wenn nun K. (S. 19) für diesen Fall ihr Eindringen an das Ende des Mitteldevons oder den Beginn des Oberdevons stellt, so ist dabei zu beachten, daß es auch zweifellos ältere, nämlich silurische Diabasergüsse gibt. Sollte sich durch fortgesetzte Beobachtungen herausstellen, daß die Porphyre allgemein älter sind als die Diabase, so würde dadurch die oben entwickelte Vorstellung von dem verhältnismäßig jugendlichen Alter der Diabaslagergänge bekräftigt werden[65]).

7. Symmetrischer Bau.

Das mittelböhmische Faltengebirge — so können wir die sogenannte Silurmulde, diesen Rest eines ehemals viel ausgedehnteren echten Faltengebirges mit Recht nennen — zeigt einen ausgesprochen symmetrischen Bau. Wenn die im Vorstehenden entwickelte Anschauung richtig ist, dann sind in jedem der beiden Teilgebiete neben aufrechten zahlreiche geneigte und liegende Falten vorhanden, aus denen Ueberschiebungen hervorgehen, und von den großen streichenden Brüchen, die für den Bau des ganzen Gebietes von besonderer Bedeutung sind, sind mindestens die wichtigsten ebenfalls als Faltungsüberschiebungen anzusehen. In dem nördlichen (nordwestlichen) Teilgebiete, in dem das Schichtenfallen vorwiegend in südlichen Richtungen (SO, SSO) erfolgt, sind die geneigten Falten gegen S (SO) geneigt, die überstürzten Schenkel derselben sind nach N (NW) überstürzt und die überschiebenden Bewegungen sind nach N (NW) gerichtet. Umgekehrt sind in dem südlichen (südöstlichen) Teilgebiete, das durch vorherrschendes Nordfallen (NW, NNW) gekennzeichnet ist, die schiefen Falten gegen N (NW) geneigt, die überstürzten Schenkel nach S (SO) überstürzt und die Ueberschiebungen nach S (SO) gerichtet.

Aus dem nördlichen Teilgebiete wäre von wichtigeren Ueberschiebungen die oft erwähnte Prager Bruchlinie, die die beiden großen Untersilurzüge scheidet, neuerdings hervorzuheben. Ferner gehören hierher die im Untersilur verlaufenden Ueberschiebungen, die J. Woldřich[38]) im Gebiete des Scharkatales nahe der Grenze gegen die vorkambrischen Gesteine erkannt hat. Auch die Bruchlinie von Skrej, die im NW, außerhalb des eigentlichen Silurgebietes die südöstliche Grenze der bekannten Zone von kambrischen Gesteinen bildet, gehört wohl trotz dagegenstehenden Meinungen in

[65]) Auch den großen und mächtigen Pürglitz-Rokytzaner Porphyrzug, der sich mit seinem nordöstlichen Streichen in den Bau des mittelböhmischen Faltengebirges einreiht, pflegt man für verhältnismäßig jung anzusehen. Das gleiche gilt bekanntlich für die mittelböhmische Granitmasse. Von neueren Arbeiten über diesen Gegenstand wären u. a. jene von H. L. Barviř, J. J. Jahn[14]), A. Rosiwal und F. Slavik zu vergleichen. Zuletzt hat sich über die letzterwähnte Frage R. Kettner (S. 18 ff[64]) ausgesprochen, der a. a. O. auch Anschauungen K. Hinterlechners hierüber mitgeteilt hat.

die Reihe der aus der Faltung hervorgehenden Störungen. Bei allen ist die Bewegung ungefähr gegen NW gerichtet.

Aus dem südlichen Teilgebiete ist zunächst die im Kalkgebirge verlaufende Bruchlinie von Koda-Srbsko zu nennen, weiter im NO der ebenfalls wichtige, wenngleich kurze Braniker Bruch. Im vorwiegend untersilurischen Gebirge verlaufen die von E. Nowak aus dem Brdywald beschriebenen Ueberschiebungen[55]. Die altbekannte Bruchlinie der Przibramer Lettenkluft ist nur ein Beispiel für eine Reihe mit dieser ungefähr parallel verlaufender Ueberschiebungen. Bei allen diesen ist die Bewegung annähernd gegen SO gerichtet. Die dem Kalkgebiete angehörige Längsstörung, welche die Konjepruser Devonscholle im N und NO begrenzt, ist gleichfalls aus der Faltung hervorgegangen. Sie weicht in ihrem dem Bau jenes verhältnismäßig kleinen Gebietsteiles entsprechenden Streichen, das vorwiegend in nordwestlicher Richtung verläuft, weit ab von den übrigen Längsbrüchen; die Bewegung ist auch hier annähernd südwärts, vorherrschend gegen SW gerichtet.

Ausnahmen von der oben ausgesprochenen Regel fehlen nicht. Am Barrandefelsen, der dem südlichen Teilgebiete angehört und dessen obersilurische Schichten in zahlreiche enge Falten gelegt sind, sind in den einzelnen Gewölben die nördlichen Schenkel steiler aufgerichtet als die südlichen und in seltenen Fällen führt diese Steilstellung sogar zur Ueberstürzung in nördlicher Richtung (Taf. I [1], Abb. 1). Dieser Bau beruht auf der Zusammenschiebung, die eine verhältnismäßig geringmächtige Obersilurzone zwischen ruhiger gelagerten Schichtengruppen für sich betroffen hat. (S. 21 f.) Die Ueberschiebung, die oben vom Slichower Hügel beschrieben wurde und zum nördlichen Teilgebiete gehört, könnte nach der Neigung der Bruch- und Auflagerungsflächen, besonders wenn die Schleppungserscheinungen nicht beachtet werden, als gegen SW gerichtet angesehen werden. (S. 43, Taf. VIII [8], Abb. 1.) Beide Unregelmäßigkeiten liegen nahe der Mitte des ganzen Gebietes und ändern nichts an dem im Großen erkennbaren Baue.

An dem Ergebnis wäre nichts Auffallendes, wenn es nicht der vielfach als giltig angesehenen Lehre vom einseitigen Bau der Kettengebirge widerspräche. E. Suess ist bekanntlich so weit gegangen, dieser Lehrmeinung zuliebe den Hauptteil der Südalpen von den Alpen abzutrennen, mit den dinarischen Gebirgszügen zu den „Dinariden" zu vereinigen und diesen „asiatische Abkunft" zuzuschreiben[66a]. Wer sich durch mystische Ausdrucksweise nicht gefangen nehmen läßt, wird sich hierunter nichts anderes vorstellen, als daß nach jener Anschauung in Asien südwärts, in Europa nordwärts gerichtete Bewegung die Regel ist, daß sonach einige Gebietsteile Südeuropas nach asiatischer Regel gebaut sind[66b]. Wie es sich mit diesem Baue bei unbefangener

---

66a) „Asien dringt aber nicht nur in Gestalt großer Faltenzüge nach Europa. Manche Gründe sprechen dafür, daß auch gewisse lange, gegen WNW bis NW streichende Bruchlinien (Karpinsky'sche Linien) asiatischer Abkunft seien." (E. Suess, Antlitz III, 2, 1909, S. 7.)

66b) Daß Suess selbst mehr als dies im Sinne gehabt hat, dürfte aus einer, wenn auch negativen Bemerkung hervorgehen, die sich auf die das nordöstliche

Betrachtung verhält, wie der Zusammenhang der dinarischen Gebirgszüge mit den Südalpen und der Alpenbau in jener Hinsicht zu beurteilen sind, haben neuerlich die im besten Sinne gegenständlichen Ausführungen Kossmats erkennen lassen[67]).

Für unsere Erörterungen sind u. a. die Hinweise auf den Bau zweier Gebirgsgruppen der Südalpen, der Steiner und der Julischen Alpen wichtig, in denen nach den gleich wertvollen Untersuchungen Tellers und Kossmats auf der Südabdachung südwärts, auf der Nordabdachung nordwärts gerichtete Bewegungen festgestellt sind. Gegenüber der Anschauung der Deckentheoretiker, die darin zwei ursächlich und zeitlich verschiedene Bewegungen erblicken wollen, deren eine dem fast allgemein vorausgesetzten Nordschub der Alpen entspricht, während die andere auf ein nachträgliches Zurückgleiten der „Dinariden" zurückgeführt wird, weist Kossmat nach, daß die beiden Bewegungsarten sich in keiner Weise sondern lassen. Die enge „tektonische Verwandtschaft" derselben ist aus dem Bau der Julischen Alpen deutlich zu erkennen[68]). Die Nordüberschiebungen sind für bestimmte Zonen kennzeichnend, nicht für eine bestimmte Zeit und haben sich noch in den jüngsten Abschnitten der Gebirgsbildung wiederholt[69]).

Kossmat ist geneigt, den Bau der östlichen Südalpen, in denen „den großen Ueberschiebungen gegen die Außenzonen andere gegenüberstehen, welche gegen die Innenregion der Alpen gerichtet sind", mit dem Fächerbau zu vergleichen — dies geschieht meines Erachtens in bezug auf die wesentliche tektonische Erscheinung mit voller Berechtigung —, erklärt aber diese Bezeichnung als nicht ganz zutreffend, weil sich der Uebergang beider Bewegungsrichtungen nicht in einer steil gestellten mittleren Zone, sondern im flach gelagerten, von Schuppen und Brüchen durchschnittenen Kalkplateau vollzieht, das teilweise muldenähnliche Anlage zeigt. (S. 126, 152.) Der Bau des mittelböhmischen Faltengebirges, in dessen Innern die

---

Randgebirge Böhmens begleitenden Brüche bezieht: „Sie können nicht irgend einer plötzlich von Asien kommenden Einwirkung zugeschrieben werden, denn sie sind von verschiedenem Alter". (Antlitz III, 2, S. 39.) Auch hier hätte es sich darum gehandelt, südwärts gerichtete Bewegung auf eine weit außerhalb Europas liegende Ursache zuürckzuführen.

[67]) F. Kossmat, Die adriatische Umrandung in der alpinen Faltenregion. Mittlgn. Geol. Ges. Wien, VI, 1913, S. 61—165.

[68]) „Wenn wir die tektonische Grenzfläche der Trentagruppe aus der Belipotok-Ueberschiebung ohne jede Zersplitterung oder Ueberkreuzung in die Mojstraka-Blattfläche und aus der letzteren wieder in die südgerichtete große Krn-Ueberschiebung verfolgen können, wenn wir an den Triglavseen in einem geschlossenen Bogen aus der südlich einfallenden Schubfläche in eine östlich und schließlich nördlich fallende gelangen, dann gehören diese Linien strukturell zusammen." (A. a. O., S. 113.)

[69]) Nach den Untersuchungen Teller's ist in der Koschutazone „dort, wo das Neogen noch in den Bau eintritt, nämlich in ihrer Fortsetzung gegen den Wotsch, noch das Sarmatische gefaltet und fällt an seiner Südgrenze in einer langen Linie verkehrt unter die Leithakalke ein, während in den südlich folgenden Falten des Savesystems das entgegengesetzte Verhalten herrscht. Man sieht also, daß auch zur Zeit der jüngeren Bewegungen Nord- und Südfaltungen in den östlichen Südalpen nebeneinander existierten, wobei die ersteren charakteristisch für die inneren Zonen sind . . ."

Schichten durch die Faltung ebenfalls aufgerichtet sind, hier nicht selten (Prokopital) sogar besonders steile Stellungen annehmen, wird dadurch dem Fächerbau ähnlicher. Wenn wir aber, wie in Mittelböhmen, so in jenen alpinen Gebirgsgruppen von einem symmetrischen Bau sprechen, so gebrauchen wir zwar einen in einem großen Kreise verpönten Ausdruck, der zufällig auch den in den theoretischen Anschauungen bestehenden Gegensatz hervorhebt, der aber kaum durch einen anderen ebenso bezeichnenden und sachgemäßen zu ersetzen ist. Wir sind daher nur ehrlich, indem wir das Kind beim rechten Namen nennen.

Kossmat verfolgt die Baulinien der Südalpen auch in die Zentralalpen [70]), erkennt, daß die „gegen die Poebene und Adria gerichteten Faltenbewegungen nicht haltmachen an der sogenannten Dinaridengrenze, sondern daß sie auch sicher alpine Zonen noch in großem Stil betroffen haben", und wirft schließlich die Frage auf, ob nicht die nördlichen Kalkalpen und die Grauwackenzone Aehnliches wie die Südalpen zeigen, „ob sich nicht tektonische Annäherungen nord- und zentralalpiner Faziesentwicklungen durch südgerichtete Ueberschiebungen nachweisen lassen. Die Strukturtypen der nordalpinen Kalkplateaus unterscheiden sich in nichts von jenen der Julischen und Steiner Alpen, die Ueberschiebungen an ihrem südlichen Schichtenkopf gleichen ganz merkwürdig jenen an den Nordabdachungen der letztgenannten Gebirge". (S. 152.)

In der Tat ist der Bau eines nicht unansehnlichen Teiles der nördlichen Kalkzone der Ostalpen, namentlich jener der Salzburger Kalkstöcke durch herrschendes Nordfallen und südlich gerichtete Bewegungen gekennzeichnet. Solchen Bau sieht heute, so klar er (wenigstens zum Teile) schon lange zutagetritt, allerdings nur derjenige, der sich für alpine Dinge einen wirklich unbefangenen Blick bewahrt hat, und der, dem es gelungen ist, sich von den einander so vielfach widerstreitenden Ergebnissen älterer, neuerer und neuester Deckenkonstruktionen zu befreien. Dem zuerst am Südrande des Tennengebirges von Bittner erkannten Schuppenbau, der auf mehrfacher Wiederholung einer Reihe älterer Triasglieder durch südlich gerichtete Ueberschiebungen beruht, gesellen sich entsprechende Beobachtungen an anderen Orten. Hahn, dem wir im übrigen hier nicht folgen wollen, hat diese Erfahrungen zusammengestellt und weitere mitgeteilt [71]). Im Norden des Tennengebirges finden wir, wie gleichfalls Bittner gezeigt hat, ältere Trias, u. zw. Guttensteiner Kalk, im Hangenden des nach NNO einfallenden und zunächst von Lias überlagerten Dachsteinkalkes, ein Vorkommen, das wieder auf südgerichtete Ueberschiebung hinweist, und auch die in der Gegend von Golling weiter folgenden schmalen Gebirgsstreifen, von denen jeder aus einer anderen Schichtengruppe

[70]) A. a. O. IV. Periadriatische Konturen in den östlichen Zentralalpen. S. 133—153.

[71]) F. Felix Hahn, Grundzüge des Baues der nördl. Kalkalpen zw. Inn und Enns, I. u. II. Mttlgn. Geol. Ges. Wien, VI, 1913 (S. 238—357, 374—501), bes. S. 285—317.

besteht, wird man am sichersten als durch steile Ueberschiebungsflächen getrennte Schuppen deuten.

Nordwärts gerichtete Bewegungen sollen nach der erwähnten Lehrmeinung den Bau nicht nur der geologisch jungen, sondern auch der alten Gebirge unseres Erdteils kennzeichnen. Da ist es nun wohl nicht bedeutungslos, daß „im Herzen Europas" ein Teil eines unterkarbonischen (oder vielleicht schon oberdevonischen) Faltengebirges erhalten ist, der ausgesprochen zweiseitig symmetrischen Bau aufweist, dessen Schichtengruppen einerseits nach NW, anderseits gegen SO bewegt sind, in dem also auch südwärts gerichteter Schub festgestellt ist. Und dieses Gebirge ist, wenn wir von der vorkambrischen Schichtenreihe absehen, die schon eine noch ältere Gebirgsbewegung durchgemacht hat, sowohl stratigraphisch als tektonisch völlig einheitlich aufgebaut.

Die sehr erheblichen Faziesverschiedenheiten fallen im allgemeinen mit Altersunterschieden zusammen, sie ergeben in der Hauptsache ein Nacheinander, kein Nebeneinander. Sie entsprechen einer im Laufe der geologischen Zeiträume (mithin allmählig) im ganzen Gebiete eingetretenen Aenderung der Absatzbedingungen. Es ist schon (S. 53) darauf hingewiesen worden, daß wir von den Flachseebildungen des Untersilurs bis zu den küstenfernen Tiefseeablagerungen des Mitteldevons einen stratigraphischen Zyklus feststellen können [72]). Wir haben es mit einem durchaus einheitlichen Ablagerungsgebiete zu tun.

---

[72]) Hiezu noch einige flüchtige Bemerkungen. Die durch eine überaus reiche Fauna ausgezeichneten obersilurischen e_2-Kalke mit ihren dickschaligen Cephalopoden und sonstigen Mollusken sind noch als Ablagerungen verhältnismäßig geringer Tiefe anzusehen. Aber schon die noch zum Obersilur gerechneten dunklen f_1-Kalke (Tentaculiten, Spongien) bilden einen faziellen Uebergang zu den pelagischen und in tieferem Wasser abgesetzten Devonkalken. Die typischen ungeschichteten oder undeutlich in mächtige Bänke gegliederten weißen f_2-Kalke von Konjeprus sind zwar eine Ablagerung geringer Tiefen, aber von einer Reinheit des Sediments, die sie zu verschiedener technischer Verwendung geeignet macht und auf dem völligen Mangel terrigener Beimengungen beruht. Mit dieser ausgesprochen pelagischen Bildung wechsellagern die dünnschichtigen rötlichen und roten Kalke von Mjenjan, die wie die roten Ausbildungsweisen der Stufe G mit den entsprechenden auf mittlere, d. i. beträchtliche Meerestiefen weisenden mesozoischen Faziesbildungen der Alpen und anderer südlich gelegenen jungen Kettengebirge auf das engste verwandt sind. Selbst die tonige Einschaltung der Tentaculitenschiefer g_2 ist, wie schon das häufige Vorkommen von Tiefseekorallen lehrt, keine Seichtwasserablagerung. Dagegen scheinen in den hellgrauen Knollenkalken Schwankungen vorgekommen zu sein; die auffallendste ist durch das Auftreten von Riffkorallen in einem Teile von g_1 gekennzeichnet. Der Uebergang der Goniatiten-Knollenkalke g_3 durch Radiolariengesteine in die unterste Abteilung der Stufe H ist oben (S. 36) erwähnt worden. Gegenüber dem langen absteigenden Aste ist der aufsteigende Ast des Zyklus im Hangenden der abyssischen Ablagerung der Radiolariengesteine nur zu einem kleinen Teile durch die Stufe H mit ihren terrigenen Sedimenten vertreten, deren untere Abteilung (h_1) noch in tieferem Meere und einiger Entfernung von der Küste (Mündungsgebiet eines Stromes) abgesetzt zu sein scheint. (S. 53 und [60]).

Wie in den Ostalpen die aus den Radiolariengesteinen des mittleren Jura erkennbare größte Meerestiefe zeitlich zusammenfällt mit der in anderen Gegenden nachgewiesenen mitteljurasischen Transgression, so entspricht auch das Auftreten der (hier nur geringmächtigen) Radiolariengesteine Mittelböhmens der in weit entfernten Gebieten festgestellten mitteldevonischen Transgression. Daraus ist ersicht-

Ebenso einheitlich erscheint der tektonische Bau. Es ist nicht der geringste Anhaltspunkt gegeben, um für das nördliche Teilgebiet einen anderen gebirgsbildenden Vorgang anzunehmen als für das südliche und die Entstehung der in entgegengesetzten Richtungen bewegten Gebirgsteile in verschiedene Zeitabschnitte zu verlegen. Alles spricht dafür, nichts dagegen, daß die beiden Gebirgsteile, die voneinander keineswegs scharf abgegrenzt sind, einem und demselben großen Faltungsvorgang, einem und demselben gebirgsbildenden Zusammenschub der Schichtengruppen, aus denen sie aufgebaut sind, ihr Dasein verdanken. Ein Blick auf die Karte Seemanns[44]) belehrt uns, daß am südwestlichen Ende des obersilurisch-devonischen Kalkgebietes die jüngste untersilurische Zone d_5, die jenes rings umgrenzt, einen Muldenschluß bildet, wobei das im NW herrschende SO-Fallen ganz allmählig durch die Fallrichtungen O, NO, NNO, N und NNW in das NW-Fallen der SO-Seite des Gebietes übergeht. (S. 75 a. a. O.[73]). Schwieriger ist der Zusammenhang der tieferen Untersilurstufen des nödlichen und des südlichen Teilgebietes noch weiter in SW zu überblicken, aber er ist vorhanden und die Art des Zusammenhanges ist augenscheinlich durch die Längsbrüche stark beeinflußt. Niemand hat bisher an solchem Zusammenhang gezweifelt, und man hätte wohl nicht so lange und bis in neue Zeit an dem Schema der „Silurmulde“ festgehalten, wenn nicht aus dem Ganzen ein einheitlicher Bauplan deutlich hervorträte.

Daß jüngere Gebirgsbewegungen in der böhmischen Masse in südlichen Richtungen vor sich gegangen sind, ist lange bekannt. Nicht nur am Elbbruch (der Lausitzer Verwerfung), weithin an der Südwestseite des nordöstlichen Randgebirges sind nach SW gerichtete überfaltende und überschiebende Bewegungen vor sich gegangen. Wenn E. Suess diese Erscheinungen zuerst auf „Rückfaltung“ zurückführt, während er sich später mit dem Ausdruck „Ueberfaltung“ begnügt[74]), so wird derjenige, der sehen will, sich hierdurch nicht beirren lassen; ein Name ändert, wenn er auch zur Aufstellung und Hervorhebung einer besonderen Ursache dient, nichts an der Tatsache,

---

lich, daß diese Veränderungen nicht bewirkt wurden durch örtlich beschränkte Ereignisse; jene müssen vielmehr, mögen sie nun auf Bodensenkungen oder auf ein von anderen Ursachen abhängiges Ansteigen des Meeresspiegels zurückzuführen sein, gleichmäßig auf ausgedehnte Gebiete sich erstreckt haben.

[73]) Daß d_5 außerdem infolge von Faltung und Ueberschiebung in langen Zungen in das Obersilur eingreift, zeigt, daß trotzdem ein verwickelterer Bau vorliegt.

[74]) E. Suess, Antlitz I, 1885, S. 181. „Wird ein gefaltetes Gebirge von einem Längsbruch durchschnitten und sinkt an demselben der innere Flügel zur Tiefe, so zeigt sich nicht selten in dem Gebirge das Bestreben, in einer der normalen Faltung ganz entgegengesetzten Richtung den Bruch zu überfalten, wodurch an demselben nicht nur Aufrichtung, sondern auch Einklemmung und Ueberstürzung der Schichten entstehen mag. Diese Erscheinung nennen wir Rückfaltung.“ — Antlitz III, 2, 1909, S. 37, Elbbruch: „Die verkehrte Folge: Kreide, Jura, Granit zeigt in der Tat Ueberfaltung gegen SW an. Der Ausdruck Rückfaltung wurde hier für diese Dislokation gebraucht ... Er entspricht nicht der Sachlage und ist der Gegenwirkung von Vorfaltung (z. B. im Innern der asiatischen Scheitel) vorzubehalten.“ Daselbst, S. 717: „Rückfaltung hat sich in dem asiatischen Bau als ein Ueberschuß an Volum in den oberen Zonen der Erde ergeben.“ Vgl. auch die S. 58 in der Fußnote[66]) angef. Stelle.

daß sich hier (wie auch anderwärts in dem genannten Gebiete) für den Gebirgsbau maßgebende Bewegungen in südlichen Richtungen abgespielt haben.

Die Frage nach der Richtung der gebirgsbildenden Bewegungen gehört meines Erachtens zu jenen, denen man zu große Bedeutung beigemessen hat. Ausschlaggebende Bedeutung besitzt sie nur für Anhänger der Lehre vom einseitigen Bau der Kettengebirge. Immer deutlicher erweist sich gerade aus der fortschreitenden Kenntnis des Alpenbaues, daß faltende und überschiebende Bewegungen nicht nur in der quer auf das Hauptstreichen des Gebirges verlaufenden und in der entgegengesetzten Richtung, sondern auch in von jenen stark abweichenden Richtungen bis zu einer mit dem Hauptstreichen zusammenfallenden Richtung vorkommen und für den Gebirgsbau von Bedeutung sind[75]).

Daß steil aufgerichtete Falten bei fortdauerndem Zusammenschub der tieferen Gebirgsteile schließlich nach jener Seite sich überlegen werden, auf der der geringere Widerstand vorhanden ist, ist schon wiederholt gesagt worden[76]). Für unbedingte Anhänger der Lehre vom einseitigen Schub bildet der Fächerbau wie der symmetrische Bau im allgemeinen kein Hindernis, die Anschauung festzuhalten. Man beruft sich jetzt gern auf einen schönen und lehrreichen Querschnitt, den Kilian aus den Westalpen gegeben hat[77]), und erklärt den „Faltenfächer“ ähnlich, wie das auch rücksichtlich des eigentlichen Fächerbaues zu geschehen pflegt, indem man sagt, das Gebirge sei

---

[75]) Man pflegt die im Streichen des Gebirges erfolgenden Bewegungen als Quer- oder Transversalbewegungen schlechthin zu bezeichnen und gibt damit für der Sache fernerstehende Veranlassung zu Mißverständnissen, da man in sonstigen tektonischen Bezeichnungen das Wort quer auf das Streichen der Schichten und Falten bezieht. In diesem Sinne sind die gewöhnlichen Bewegungen Querbewegungen, wie man ja auch von Querbrüchen usw. spricht. Vielleicht würde man besser tun, in diesem Falle auf eine kurze Bezeichnung zu verzichten und von Bewegungen im Hauptstreichen u. dgl. zu sprechen.

[76]) Nicht immer dürfte diese Vorstellung der Wirklichkeit entsprechen. In Gebieten mit vorherrschend flacher Lagerung scheint es zumeist gar nicht zu steiler Aufrichtung des ganzen Faltenkörpers gekommen zu sein; es bildeten sich liegende Falten durch Aufrichtung eines (des später überkippten) Schenkels, wobei dieser häufig sehr kurz blieb, so daß Faltungsüberschiebungen hier sich aus verhältnismäßig kleinen Knickungen der Schichtengruppen zu entwickeln pflegen. Man sollte darum nicht allgemein vom „Ueberlegen“ oder „Ueberschlagen“ der Falten sprechen oder bei dem Gebrauch dieser allerdings sehr bequemen Bezeichnungen sich bewußt bleiben, daß dies eine figürliche Ausdrucksweise ist, da die Schiefstellung der „übergelegten“ Falten nicht auf einer sekundären Erscheinung zu beruhen braucht, die die bereits fertigen aufrechten Falten betroffen hat, sondern unmittelbar aus der ursprünglichen Anlage der Falten hervorgehen kann. Nur der überstürzte Schenkel solcher Falten muß, so kurz er sein und so rasch diese Bewegung sich vollzogen haben mag, eine Aufrichtung aus flacher Lagerung erfahren haben und durch die Vertikalstellung bis zur Ueberkippung hindurchgegangen sein. Nur bei dem überstürzten Schenkel ist der Ausdruck daher unter allen Umständen zutreffend, wenn wir sagen, er sei nach einer bestimmten Richtung „übergelegt.“ [Einschlägiges in dem in Note 26 angef. Vortrage, S. 222 und Fußnote 2.] — Ein Lehrbuch sollte nicht den sprachlich unrichtigen Ausdruck „überlegt“ statt „übergelegt“ gebrauchen.

[77]) W. Kilian, Apençu sommaire de la géol. . . . des Alpes dauphinoises. Der Querschnitt ist wiedergegeben in O. Wilckens, Grundzüge der tekton. Geol., Jena 1912, S. 14 und in A. Tornquist, Geologie I, Leipzig 1916, S. 283.

in der Tiefe noch stärker zusammengeschoben worden und die emporsteigenden Falten haben sich oben nach beiden Seiten übergelegt. Man kann aber in vielen anderen Fällen und selbst bei unsymmetrischem Bau die Falten in Luftsätteln nach oben ergänzen und schließen, daß in der Tiefe der Zusammenschub viel weiter gegangen ist, oder daß — bei unsymmetrischem Bau — in der Tiefe einseitiger Schub das Gebirge in entgegengesetzter Richtung bewegt hat (entgegen jener Richtung, in der die Falten oben übergelegt sind).

Hinsichtlich der obigen Erklärung wollen wir davon absehen, daß die Gewölbe, die heute zu unserer Beobachtung gelangen, beim Aufsteigen nicht frei emporragen konnten. Die gegen die Tiefe konvergierenden Linien, die wir bei symmetrischem Bau in Querschnitten entlang den Falten und Ueberschiebungen ziehen können, entsprechen wirklichen Bewegungsflächen. An ihnen haben sich Gebirgsstücke nach aufwärts und zugleich nach auswärts (vom Innern des Gebirges gegen außen) bewegt. Das gehört zu den wenigen wirklichen Erkenntnissen, die wir über den Gegenstand besitzen. Vergessen wir nicht, daß alles Weitere zumeist schon Theorie ist. Schon wenn wir statt von Vorgängen von einer gebirgsbildenden Kraft sprechen, ist das eine Abstraktion, die schon manches Unheil angerichtet hat.

Gewiß: wir dürfen mit Recht schließen, daß jene mehr oder minder steilen Bewegungsflächen aus seitlichem Zusammenschub hervorgegangen sind. Wir können den Zusammenschub in größere Tiefe verlegen und uns vorstellen, daß an jenen Bewegungsflächen die Gesteine dem in der Tiefe vor sich gehenden annähernd horizontalen Zusammenschub nach auf- und auswärts ausgewichen sind. Schon die Faltenbildung können wir als ein solches Ausweichen auffassen. Je steiler die Schichten eines Gewölbes aufgerichtet sind, je stärker es in der Tiefe zusammengepreßt erscheint, desto klarer mag uns jene Anschauung werden. Tatsächlich gehen ja entlang den Schichtflächen der Falten quer zu den Faltenachsen Bewegungen vor sich. (Vgl. oben S. 20).

In zahllosen Gebirgsquerschnitten, die nur aufrechte Falten zeigen, vermögen wir zwar eine Richtung des Zusammenschubes, z. B. eine meridionale Richtung zu erkennen; wir sind aber nicht in der Lage zu beurteilen, ob es ein einseitiger oder zweiseitiger Schub war und noch viel weniger, ob — die Einseitigkeit des Schubes vorausgesetzt — dieser in nördlicher oder in südlicher Richtung vor sich gegangen ist. Erst wenn ein Schenkel einer Falte überstürzt ist, oder wenn sich aus einer derartigen Falte eine Ueberschiebung entwickelt hat, vermögen wir einseitig bestimmt gerichtete Bewegung zu erkennen[78]).

---

[78]) Auch hier handelt es sich um relative Bewegungsrichtungen. Wenn wir sagen, eine Falte sei nach einer Richtung übergelegt, — u. zw. gerade in dem Sinne, der eine nachträgliche Umlegung einer steilen aufrechten Falte voraussetzt —, so könnte es auch sein, daß ihr tieferer Teil (bei Zurückbleiben des höheren) sich nach entgegengesetzter Richtung bewegt hat. Wenn wir an einer ausgesprochenen Bewegungsfläche (Rutschfläche), z. B. an einer Ueberschiebungsfläche einseitig bestimmt gerichtete Bewegung des angrenzenden Gesteins festzustellen in der Lage sind, so kann der auf der anderen Seite der Bewegungsfläche liegende Gesteinskörper sich ebensogut in entgegengesetzter Richtung bewegt haben oder es können Bewegungen nach beiden Richtungen vorgekommen sein. Ueberschiebung und Unterschiebung sind für unser Erkennen dasselbe.

Aber der Schluß gilt nur für durch derartige tektonische Erscheinungen von einseitig bestimmter Richtung gekennzeichnete Gebiete. Nichts berechtigt uns vor allem, ihn auf Bewegungen in unbekannten Tiefen zu beziehen.

So kann nun ein hartnäckiger Vertreter der Lehre vom einseitigen Schub erklären: Im mittelböhmischen Faltengebirge mögen Bewegungen nach beiden Richtungen vorgekommen sein. Trotzdem ist es durch einseitigen, nordwestlich gerichteten Schub entstanden. Das Gebirge ist zwar bis zu großer Tiefe abgetragen; die Falten sind aber in noch größerer Tiefe noch stärker zusammengeschoben und haben sich oben nach verschiedenen Richtungen übergelegt. Dabei wäre nur ein wesentlicher Umstand übersehen: daß weder hier noch anderwärts Tatsachen ermittelt sind, aus denen wir allgemein zur Erklärung solcher Gebirgsbildung auf einseitigen Schub zu schließen berechtigt sind. Es bliebe das Festhalten an einem Glaubenssatz.

Bescheiden wir uns und suchen wir weiterhin die Richtungen der gebirgsbildenden Bewegungen zu ermitteln, soweit dies möglich ist. Wir belügen uns selbst, wenn wir meinen damit mehr fesstellen zu können, als aus der Beobachtung hervorgeht.

Eine eigenartige Ausnahmsstellung unter den Längsstörungen des mittelböhmischen Faltengebirges scheint der Südostgrenze des Untersilurs gegen die vorkambrischen Gesteine in dem an das rechte Ufer der Moldau anschließenden Gebiete zuzukommen. Krejči hat sich wiederholt mit dieser wichtigen Bruchlinie befaßt. In den „Erläuterungen“ (S. 84) wird sie in die „Bruchspalte des Brdyrückens“ („Brdabruchlinie“) einbezogen und gesagt, sie bedinge eine der bedeutendsten Dislokationen in den Umgebungen von Prag. In der „Uebersicht“ (S. 93—95), in der später die Störungen des ganzen Silurgebietes dargestellt wurden, wird jene Strecke als die nordöstliche Fortsetzung der Bruchlinie der Przibramer Lettenkluft angesehen. Zwei im N der letztgenannten liegende Längsstörungen: die „Bruchlinie zwischen dem Třemošna- und dem Slonovecrücken“ und die „Jinecer Bruchlinie“ (mit der nun die Brdabruchlinie vereinigt wird), werden weiter im NO mit jener Fortsetzung der Lettenkluft in Verbindung gebracht. In dem die „Uebersicht“ begleitenden Kärtchen ist dieses Verhältnis zur Anschauung gebracht. Von Bedeutung ist u. a., daß in der Fortsetzung der Lettenkluft im NO von Mnischek, außerhalb des großen südwestlichen Gebietes der kambrischen Konglomerate mit der Annäherung an die Moldau die tieferen untersilurischen Zonen nacheinander auskeilen, bis rechts der Moldau in der Gegend von Königsaal die Zone d_4 mit den azoischen Schiefern in Berührung tritt, wogegen noch weiter in NO die tieferen Zonen wieder erscheinen. Krejči hat wiederholt darauf hingewiesen, daß bei Königsaal „die mannigfach geknickten und gefalteten Grauwackenschiefer d_4 an einer Dislokationskluft widersinnig“ (während sie sonst zumeist nach NW geneigt sind) „unter die azoischen Schiefer einfallen“. (Uebersicht S. 64; auch S. 38 und 93[79]).

[79]) In den Erläuterungen (S. 43) war hierbei von überkippter Lage, die noch weiter nach NO anhalten sollte, die Rede; in der zugehörigen Profiltafel, Fig. 3, ist

Mit dieser Störung haben sich in neuer Zeit Liebus, E. Nowak [55]) und besonders Kettner befaßt. Liebus schilderte die Verhältnisse in der Modřaner Schlucht und betrachtete die Störung als eine Ueberschiebung, durch die die alten Schiefer über die tieferen Untersilurzonen und bis an die Stufe d_4 bewegt worden sind [80]). Kettner hat eine umfassende Darstellung der einschlägigen Verhältnisse gegeben und drei neue Querschnitte entworfen. (S. 185, 187 [35]). Gemeinsam ist allen drei Punkten (1. bei Zavist, 2. an der neuen Straße nach Točna, 3. in der Modřaner Schlucht), daß die vorkambrischen Gesteine von der Störung weg (nach südlichen bis östlichen Richtungen) fallen. Dieselben sind in 2 nahe der Störung in steile bis geneigte Falten gelegt und von kleinen, mit der Hauptstörung annähernd parallelen Brüchen (Ueberschiebungen) durchsetzt. Leider sind gerade an der Störung nach meinem Dafürhalten die erwähnten (von mir wiederholt besuchten) Aufschlüsse wie gewöhnlich recht mangelhaft [81]). Im Ganzen zweifle ich nicht, daß in der besprochenen Gegend die vorkambrischen Gesteine aus etwa südöstlicher Richtung steil über das Untersilur geschoben sind, während sonst im südlichen Teilgebiete entgegengesetzt gerichtete Bewegung zu erkennen ist. E. Nowak [47]) erklärt, diese Ueberschiebung sei keine Faltungsüberschiebung, sondern eine Schollenüberschiebung, eine Auffassung, der ich mich nicht anschließen kann. Die Störung trennt zwei Gebietsteile, deren altersverschiedene Gesteine beiderseits in enge Falten gelegt sind, die, nach den Auf-

---

unmittelbar an der Störung die Lagerung verwirrt dargestellt, eine überkippte Stellung ist daraus nicht mit Sicherheit zu erkennen. Diese Auffassung scheint später aufgegeben, da sie weder in der Beschreibung noch in der graphischen Darstellung wiederkehrt. (Fig. 23, S. 38 der Uebersicht.) Krejči dürfte hierbei die Verhältnisse in der Modřaner Schlucht im Sinne gehabt haben, wo nach Erläuterungen S. 27 die schwarzen Schiefer d_1 „in gestörter Lagerung in der Bruchlinie liegen"; in Fig. 2, S. 18 daselbst ist d_1 an der Störung von angeblichen Diorittuffen (wohl infolge eines Druckfehlers hier mit $d_1 t$ bezeichnet) überlagert, die zu den azoischen Gesteinen (damals für kurze Zeit zur Stufe C gestellt) gehören.

[80]) A. Liebus, Geol. Wanderungen in der Umgeb. von Prag, Lotos 1907, 1908, 1909. Zusammengefaßt und erweitert in: Sammlg. gemeinnütz. Vorträge, Ver. z. Verbr. gemeinnütz. Kenntn. Prag, Nr. 393—395, 1911, S. 132—134. (Die hier noch als kambrisch angesehenen Gesteine sind vorkambrisch.)

[81]) So läßt sich südlich von Zavist die Aufbiegung der d_4-Schichten gegen die Störung (Fig. 1 bei Kettner) nicht feststellen. Kettner scheint damit seine ausgedehnteren Erfahrungen zusammengefaßt zu haben. An der Straße nach Točna ist an der Störung tatsächlich eine Zertrümmerungszone mit großen geglätteten und gestriemten, aber stark verwitterten Blöcken zu beobachten. Die Gesteine scheinen stark verändert zu sein, die Lagerung ist sehr stark gestört, nicht so regelmäßig, wie es in Fig. 2 schematisch wiedergegeben ist. Ob hier wirklich ein Rest von d_2 vorhanden ist, bliebe mir zweifelhaft, wenn nicht unfern, etwa W von der an der Straße aufgeschlossenen Ruschelzone, im Walde im Frühsommer 1916 neue kleine künstliche Aufschlüsse zu sehen gewesen wären, die zeigen, daß hier unzweifelhafte d_2-Quarzite, stark gestört, von Rutschflächen durchsetzt, mit, wie teilweise erkennbar, sehr steiler Schichtenstellung in ziemlich großer Ausdehnung anstehen. — Während das Vorstehende im Druck war, erfreute mich Herr Dr. Kettner auf eine von mir gestellte Anfrage durch eine Reihe von Mitteilungen, die zeigen, daß dem Genannten eingehende Beobachtungen an einer großen Zahl von Punkten jener Störungslinie zur Verfügung stehen. Er sieht die a. a. O. gegebene Darstellung als eine vorläufige Mitteilung an; der in Aussicht gestellten ausführlichen Veröffentlichung vorzugreifen, fühle ich mich nicht berechtigt.

schlüssen an der Straße nach Točna zu urteilen (Fig. 2 bei Kettner), sogar sehr ähnlich gebaut sind. Aber auch, wenn das sonst nicht der Fall sein sollte: mit Faltenbau haben wir es beiderseits zu tun. Wenn es auch nicht weiter von Bedeutung ist, so wäre es doch willkürlich, eine derartige Ueberschiebung nicht aus dem Faltungsvorgang, sondern unmittelbar aus dem den letzteren bewirkenden Seitenschub abzuleiten. Noch viel weniger liegt Veranlassung vor, irgendeinen noch unbekannten Seitenschub, der mit der im ganzen Gebiete weit verbreiteten und in allen Schichtengruppen festgestellten Faltung nichts zu tun hätte, zur Erklärung heranzuziehen.

Sollten wir in die Lage kommen, streng nachzuweisen, daß die hier betrachtete Störung wirklich, wie Krejči vermutet hat, die Fortsetzung der Bruchlinie der Przibramer Lettenkluft bildet[82]), dann würde sich herausstellen, daß an derselben Störungsfläche im SW, wo sie nach NW geneigt ist, Bewegung gegen SO, dagegen im NO, wo sie nach SO geneigt ist, Bewegung gegen NW, demnach dort in einer „südlichen“, hier in einer „nördlichen“ Richtung stattgefunden hat[83]), — ein Ergebnis, das nur neuerdings zeigen würde, daß in steil gestellten Schichtengruppen, in stark zusammengeschobenen, geneigten Falten, es oft nur von örtlicher Bedeutung ist, ob diese nach der einen oder anderen Richtung „übergelegt“, bzw. ob die sich hieraus entwickelnden Ueberschiebungsflächen nach der einen oder anderen Richtung geneigt sind.

8. Senkungsbrüche.

Da in der böhmischen Masse jüngere Senkungsbrüche, darunter solche von beträchtlicher Sprunghöhe, eine große Rolle spielen, ist von vornherein zu erwarten, daß gewöhnliche Verwerfungen auch im mittelböhmischen Faltengebirge vorhanden sind. Wir brauchen nur an das Nächstliegende zu denken, an die zahlreichen Verwerfungen, die durch den Steinkohlenbergbau im Oberkarbon nachgewiesen sind und durch dieses hindurch in den „silurischen“ Untergrund reichen, um zu erkennen, daß auch die altpaläozoischen und vorkambrischen Schichten von derartigen Brüchen durchsetzt sind. Da ist es nun merkwürdig und vielleicht bezeichnend, daß in diesen gerade Senkungsbrüche bisher am seltensten nachgewiesen sind, wobei wir zunächst abzusehen haben von jenen Längsstörungen, deren wahre Natur noch nicht ermittelt ist. Es mag sein, daß man jenen bisher zu geringe Aufmerksamkeit geschenkt hat.

---

[82]) Es liegt noch heute sehr nahe dies anzunehmen. Vgl. darüber auch Kettner[35]) S. 184, der zur Erforschung der einander mindestens räumlich vertretenden Störungen wertvolle Beiträge geliefert hat[39], [40]).

[83]) Damit wäre keine vollkommen neue Feststellung erzielt. Vorläufig mag es genügen, auf einen Hinweis Kossmats[67]) aufmerksam zu machen, der gezeigt hat, daß in der Grenzregion zwischen Zentral- und Südalpen die Gegend von Sillian „einen Wendepunkt in der Tektionik des südalpinen Innenrandes“ bedeutet. „Im Osten wenden sich die Ueberkippungen gegen die Zentralzone, im Westen gegen die adriatische Mulde.“ Der Uebergang von der einen Bauart zur anderen erfolgt in diesem Falle ganz allmählig. (S. 135.)

Von dem Vorhandensein von Brüchen, an denen Gebirgsstücke absitzen, kann man sich unschwer überzeugen. Gute Beispiele trifft man am Westgehänge des Moldautales bei Prag. Nahe der Grenze des Untersilurs gegen das Kalkgebiet befinden sich in diesem nördlich von Slichow aufgelassene Steinbrüche, von denen einer in der Sp.-K. NO unterhalb des Punktes 284 verzeichnet ist. In diesem stehen unter den dünnschichtigen g_1-Knollenkalken, durch die oben der hochgelegene Teil der Buschtiehrader Bahnstrecke Smichow-Hostiwitz verläuft, undeutlich geschichtete f_2-Kalke an, die von mehreren kleinen Verwerfungen durchsetzt sind, wobei, wie an den überlagernden Knollenkalken zu sehen ist, die gegen die Moldau folgenden Teile immer tiefer gesunken sind. Eine andere Verwerfung liegt weiter südlich an der eben erwähnten hochgelegenen Bahnstrecke, nächst dem Wächterhause. Sie ist in einem der Lichtbilder H. Eckerts in Prag (124 der Sammlung: „Schichtenkopf am Zdirad bei Slichow") wahrzunehmen, das aus ungefähr südlicher Richtung aufgenommen ist. Die Verwerfung streicht annähernd parallel zum Moldautal und ist gegen dieses geneigt; zu beiden Seiten, besonders rechts von der Verwerfung, sieht man schöne kurze Schleppungserscheinungen in den hier ziemlich dicken Knollenkalkbänken g_1. Es ist zu beachten, daß das unmittelbar rechts vom sichtbaren Bruche liegende Gebirgsstück entfernt ist; der Felsen, der im Bilde hier zu liegen scheint, liegt in Wirklichkeit weiter zurück (in größerer Entfernung vom Beschauer). Die rechts liegenden Teile sind gesenkt. Manche werden geneigt sein, diese kleinen Brüche mit Krejčis nordsüdlich verlaufender „Bruchlinie des Moldautales" in Verbindung zu bringen; es kann sich hier aber um recht junge Senkungen handeln, die mit der Talbildung zusammenhängen.

Es gibt Querbrüche (Blattverschiebungen), an denen nicht annähernd horizontale, sondern schräg, u. zw. steil nach abwärts (oder aufwärts) gerichtete Bewegungen stattgefunden haben. J. Woldřich[37]) beschreibt ein bezeichnendes Beispiel aus der Gegend von Trzeban (S. 17 ff.). An dem etwa gegen NNW streichenden Vočkover Querbruche erscheint der Ostflügel nicht nur ein Stück gegen S verschoben, sondern zugleich der Westflügel gegen den Ostflügel gesenkt. Der Verf. macht auf die Verschiedenheiten aufmerksam, welche die d_5- und e_1-Schichten und die Diabasvorkommnisse zu beiden Seiten der Verwerfung zeigen, und hebt hervor, daß ein ziemlich mächtiger Streifen von Untersilur (d_5), der im O ein gleichsinnig gegen NW geneigtes, in den obersilurischen Graptolithenschiefer eingeschaltetes Gewölbe bildet, im W der Verwerfung nicht vorhanden, sondern von Graptolithenschiefer vertreten wird. Mit Recht schließt Woldřich, daß der Westflügel gesunken erscheint und daher hier das d_5-Gewölbe noch von e_1 überlagert ist, während in dem tektonisch höher liegenden Ostflügel e_1 bereits abgetragen und daher d_5 bloßgelegt ist. Man darf hierbei nur nicht übersehen, daß dieselbe Wirkung durch die mit der seitlichen Verschiebung verbundene Hebung des Ostflügels erzielt würde.

R. Kettner (S. 188[35]) hat zwischen Jarov und Kuchelbad eine nordsüdlich verlaufende „Moldauverwerfung" aufgestellt und schließt aus der Unterbrechung der Porphyrlagergänge und der oben (S. 65 ff.)

besprochenen Längsstörung, daß die rechts der Moldau gelegenen Schichten an dieser Verwerfung abgesunken und wahrscheinlich zugleich ein wenig gegen N verschoben sind. Auch in einer anderen Veröffentlichung[40]) scheint Kettner den Anzeichen senkender Bewegungen nachgegangen zu sein und solche sowohl entlang von Querbrüchen wie an Längsbrüchen festgestellt zu haben[84]).

Hinsichtlich der Querbrüche ist, wie schon bemerkt, zu beachten, daß wir es, falls an ihnen neben Senkungen auch seitliche Verschiebungen zu beobachten sind, wahrscheinlich mit schräg nach abwärts (oder aufwärts) vor sich gehenden Verschiebungen zu tun haben. Wenn diese Blattverschiebungen auch (mindestens zum Teil) in einen späten Abschnitt der Gebirgsbildung zu setzen sind (vgl. oben S. 37), so gehen sie doch aus demselben Zusammenschub hervor, der sich auch in der Faltung äußert, und an einen je engeren Zusammenhang mit der Faltung wir denken, desto eher wird man schräg nach aufwärts gerichtete Bewegung annehmen dürfen. Auch wenn die erwähnten Verschiebungen nach abwärts gerichtet gewesen sein sollten, lägen in ihnen keine reinen Senkungen vor.

Anderseits ist noch ein weiterer Gesichtspunkt zu berücksichtigen. Es ist recht gut möglich, daß jüngere Senkungen, die sich hier vermutlich ebenso wie in dem weiteren Gebiete der böhmischen Masse ereignet haben, vielfach alte, teilweise noch klaffende oder durch Verkeilung und Mineralabsätze nicht vollkommen verfestigte Brüche, besonders die steiler zur Tiefe setzenden, benützt haben. Es können daher sowohl an Längsbrüchen wie an Quer- und Diagonalbrüchen bis in sehr junge Zeit Bewegungen in einem ganz anderen Sinne eingetreten sein als in dem der ursprünglichen Bewegung zur Zeit ihrer Entstehung. So können mithin auch die Bahnen von flachen Blattverschiebungen, z. B. in dem von J. Woldřich beschriebenen Falle, lange nach ihrer Entstehung zu senkenden Bewegungen benützt worden sein, die mit der ursprünglichen tangentialen Verschiebung ursächlich sonst nichts zu tun haben. Sollten sich derartige junge Bewegungen an alten Brüchen häufig ereignet haben, dann hätte dies vielleicht sogar dazu beigetragen, daß wir bisher so selten imstande waren, senkende Bewegungen an Brüchen des mittelböhmischen Faltengebirges mit Sicherheit zu ermitteln.

---

[84]) Von der wichtigen Arbeit Kettners ist kürzlich während des Druckes der vorliegenden Schrift auch eine deutsche Ausgabe erschienen: Ueber Žitecer Konglomerate — den untersten Horizont des böhm. Kambriums. (Bull. internat. Ac. d. Sc. de Bohême XX, 1915.) Aus den Lagerungsverhältnissen schließt der Verf. auf Senkungserscheinungen an einem Längsbruch und zahlreichen Querstörungen. Da derselbe seine Untersuchungen in der Gegend von Przibram fortsetzt, sind wohl noch weitere Aufklärungen über diesen Gegenstand zu erwarten.

Zusätze.

Zu S. 6 unten: Eine Uebersicht kleineren Maßstabes des Gesamtgebietes bietet Počtas Geol. Karte der weiteren Umgebung von Prag 1:200.000 (Geol. Karte von Böhmen, Sekt. V; Archiv Natw. Ldsdurchf. von Böhmen, XII, 6).

Zu S. 7, Fußnote 10: Vgl. die geol. Karte von Prag in Počta, Der Boden der Stadt Prag. (Sitzber. d. kgl. böhm. Ges. d. Wiss. 1904, Prag 1905.)

Zu S. 27—33: Einer freundlichen Mitteilung Herrn Dr. Kettners verdanke ich die Kenntnis einiger Arbeiten, die mich in die Lage bringt, vor Abschluß des Druckes ein Versehen gut zu machen. Brüche mit schichtenparallelen Rutschstreifen sind bereits aus kambrischen Konglomeraten des südwestlichen Teiles des mittelböhmischen Faltengebirges beschrieben und abgebildet worden: Cyrill Rit. v. Purkyně, Die Steinkohlenbecken bei Miröschau und Skořic und ihre nächste Umgeb. II. Ein Beitr. z. Morph. des Brdygebirges, S. 4, 5, Fig. 2. (Bull. internat. Ac. d. Sc. de Bohême X, 1905.) Derselbe Verf., Tekton. Skizze des Třemošnágebirges zw. Strašic u. Rokycan, S. 2, 11. (Dasselbe Bull. XX, 1915.) Es scheint sich zumeist, wie in dem abgebildeten Falle, um Querbrüche zu handeln. Als bezeichnend wäre aus der ersterwähnten Schrift anzuführen: „Nur in einem der beobachteten Fälle . . fand ich die Richtung der Friktionsstreifen parallel mit dem Fallen der Paraklase, als Zeichen einer Verwerfung; bei allen übrigen beobachteten Paraklasen ist die Richtung der Friktionsstreifen . . parallel mit den Projektionen der Schichtflächen . . .“ Herrn Prof. v. Purkyně gebührt mithin die Priorität für die Entdeckung jener schichtenparallelen Verschiebungen; die obigen Ausführungen aber erhalten dadurch eine mir sehr willkommene Bestätigung.

Zu S. 32 f.: Das bekannte, in den vorkambrischen Gesteinen der Modrzaner Schlucht auftretende Konglomerat wird von einem auffallend ebenflächigen Querbruch durchsetzt, der die Gerölle glatt durchschneidet, in der Fallrichtung der Bänke gegen SO streicht und sehr steil, etwa 80°, gegen SW geneigt ist. Die bloßgelegte Bruchfläche ist mit einer stellenweise sehr dicken Quarzausscheidung überzogen, auf der die im Sinne des Fallens der Bänke ungefähr 30° gegen SO geneigten Rutschstreifen gut zu sehen sind. An einer beschränkten Stelle sind horizontale Rutschstreifen zu beobachten, ein Zeichen, daß — wie so oft — die Richtung der Bewegungen gewechselt hat. (Auch an einem vor Jahren hier abgetrennten Stück der Quarzausfüllung erkennt man Rutschstreifen von zweierlei Richtung.)

Das eigenartige Aussehen der anderwärts in den vorkambrischen Gesteinen wahrgenommenen Quer- und Diagonalbrüche mit schichtenparallelen Rutschstreifen beruht hauptsächlich darauf, daß die Bruchflächen durch das Auftreten kleiner Hohlkehlen mit verhältnismäßig hohen und oft ziemlich scharfen Kämmen und entsprechenden Vertiefungen sehr uneben erscheinen. Die von dem Verhalten gewöhnlicher Rutschflächen am meisten abweichende Ausbildung habe ich in einem alten kleinen Steinbruche W des Dorfes Okrouhlo im südöstlichen Moldaugebiet getroffen, wo die azoischen Schiefer auf kleinem Raume von überaus zahlreichen einander in verschiedenen Richtungen kreuzenden Brüchen durchsetzt sind. An den weitaus meisten Verschiebungsflächen sieht man auch hier schichtenparallele

Rutschstreifen, es fehlen aber nicht Brüche, deren Rutschstreifen von der Schichtung stark abweichen. Die letzteren besitzen die genau gleiche Ausbildungsweise und zeigen damit ebenfalls, daß von einer Deutung als Verwitterungserscheinung nicht die Rede sein kann.

Zu S. 44: Kettner[84]) hat in der Fortsetzung der Przibramer Lettenkluft NW von Dobřiš eine ungefähr 100 *m* mächtige Ruschelzone aufgefunden, in der die vorkambrischen Gesteine stark zerdrückt und zerstückelt sind. (S. 19 und Fig. 4 auf S. 20)

Bemerkungen zu den Tafeln.

Die Photogramme sind auf Platten 13 . 18 *cm* aufgenommen, daher in der Wiedergabe zumeist entsprechend verkleinert. Nur das von Stud. J. John † herrührende Original von Taf. III, Abb. 2, ist 9 . 12 *cm* groß.

Drei von den Zinkätzungen sind bereits anderweitig verwendet. Die Leitung des Vereins z. Verbr. natw. Kenntnisse in Wien hat die Wiederbenützung der Stöcke zu Taf. V, Abb. 1 und 2, bereitwilligst gestattet. Die Zinkätzung zu Taf. I, Abb. 1 wurde zuerst für die vom Ortsrate Prag des Deutsch. Volksrates f. Böhmen herausgeg. Schrift „Prag als deutsche Hochschulstadt“ verwendet und von der Firma Koppe-Bellmann, Akt.-Ges. in Smichow, zur Verfügung gestellt.

Die sachlichen Erläuterungen zu den Tafeln sind im Text gegeben.

Taf. I, Abb. 1 gibt als Nahaufnahme nur einen kleinen, aber bezeichnenden Teil der Faltungserscheinungen des Barrandefelsens wieder.

Taf. VIII, Abb. 1 beruht auf zwei aneinanderschließenden Nahaufnahmen, die von demselben Punkte aus mit Zeiss' Protarsatz Ser. VII, Kombination 4 + 2 ($f = 35$ und 22 *cm*) hergestellt wurden. Dieses Objektiv entspricht einer Brennweite von 15·5 *cm* und gibt auf Platte 13 . 18 *cm* einen ausgenützten Bildwinkel von 71°. Beide Aufnahmen zusammen umfassen demnach einen Raum, der nicht weit unter einem Bildwinkel von 140° bleibt. Die nach verschiedenen Richtungen aufgenommenen Ansichten besitzen verschiedene Perspektive, in der gewöhnlichen Art zusammengestellt ergeben sie daher kein einheitliches Bild, sondern wirken etwa wie zwei verschiedene Wände, die in einem stumpfen Winkel zueinander stehen. Dies zeigt sich besonders deutlich an den annähernd gerade verlaufenden Linien wie dem oberen Rande der Friedhofmauer und den Eisenbahnschienen, aber auch an den kurzen Brüchen, die alle an der Grenze der beiden aneinandergefügten Originalaufnahmen in gebrochenen Linien zusammenstoßen. Solchen Uebelständen hilft das von Max Jaffé erdachte Verfahren der Weitraumphotographie ab. Dasselbe besteht im wesentlichen darin, daß nach den Originalaufnahmen neue Negative in der Weise angefertigt werden, daß die ersteren nicht senkrecht, sondern schief zur Objektivachse gestellt werden. Eine genaue Beschreibung des Verfahrens enthält die Oest. Photographenzeitung 1904, Heft 1, eine allgemein gehaltene die Monatsschrift der Wr. Bauhütte 1907, H. 9. Das Verfahren scheint hier das erstemal für geologische Zwecke, denen es in vielen Fällen dienlich sein dürfte, angewendet zu sein.

Die S. 43 f. berührten Schleppungserscheinungen sind vom Standpunkte der Aufnahme nicht deutlich erkennbar. Die S. 43 erwähnten, von Telegraphendrähten herrührenden Streifen erscheinen nicht in der Abbildung.

Inhaltsverzeichnis.

Chemische Untersuchung der Schwefelquelle in Luhatschowitz.

Von **C. F. Eichleiter** und **O. Hackl.**

Auf Ersuchen der Badedirektion Luhatschowitz wurde eine Analyse der dortigen Schwefelquelle durchgeführt. Zur Probenahme begab sich Hackl im Juni 1913 an Ort und Stelle. Die Quelle, eine Vereinigung von vier kleineren Quellen, ist zirka 300 *m* vom Kurplatz entfernt und war schon längere Zeit bekannt. Nach Mitteilung der Badedirektion wurde sie vor 30—40 Jahren zum erstenmal in 3 *m* Tiefe mit Steinen gefaßt. Im Jahre 1912 erfolgte eine Neufassung, welche die Ergiebigkeit bedeutend erhöhte. Der Schacht ist jetzt 10 *m* tief, die oberen 5 *m* sind mit Beton eingefaßt, die unteren mit gebrannten Ziegeln. Bei normalem Wasserstand steigen keine Gasblasen auf, sondern erst bei bedeutender Senkung des Wasserspiegels durch starkes, rasches Auspumpen. Die Temperatur des Wassers betrug am 10. Juni 1913 Nachmittag 9·2° C, am 11. Juni 1913 um 11 Uhr Vormittag bei 17·8° C Lufttemperatur im Schatten und 734·2 *mm* Barometerstand gleichfalls 9·2° C. Nach Angabe der Badedirektion ist dieselbe sehr konstant, die Ergiebigkeit jedoch variabel, und zwar durchschnittlich 0·57 *l* pro Sekunde (= 492·5 *hl* in 24 Stunden). Drei frühere Analysen von Stránský (Brünn) stammen aus den Jahren 1911 und 1913 und wird über dieselben weiter unten berichtet. Das frische Wasser zeigt sehr geringe weißliche Trübung und riecht sehr deutlich nach Schwefelwasserstoff. In einem verstopften Kolben trat mit ammoniakalischem Bleiazetatpapier erst nach einer Viertelstunde schwache H_2S-Reaktion ein, nach dem Ansäuern des Wassers mit HCl aber binnen wenigen Sekunden ziemlich stark.

Was die Vorbereitungen zur Analyse betrifft, so ist zu erwähnen, daß am 10. Juni 1913 außer der großen Wasserprobe in Mineralwasserflaschen (zur Probenahme mit der Fresenius'schen Füllvorrichtung versehen) und einem großen Glasballon auch die notwendigen kleineren Proben genommen wurden; und zwar zur Bestimmung der Gesamtkohlensäure drei Kolben, in welchen sich kohlensäurefreies Calciumhydroxyd und Chlorcalcium befand, mittels der Fresenius'schen Vorrichtung mit Wasser gefüllt und hierauf mit Kautschukstopfen und Bindfaden verschlossen wurden; zur Gesamt-H_2S- und genauen Schwefelsäurebestimmung zwei Kolben, in welchen sich Cadmiumchlorid befand, wie vorher mit Wasser gefüllt und verschlossen wurden; und

ferner zur Bestimmung von Thiosulfat ein Kolben, in dem sich Cadmiumnitrat befand (um bei der Fällung mit Silbernitrat möglichst wenig *Ag Cl* zu bekommen), ebenso gefüllt und verschlossen wurde. Alle Kolben wurden knapp vor der Füllung samt Reagenzien und Kautschukstopfen gewogen und knapp nach der Füllung (ohne Bindfaden) wieder. Am 11. Juni wurde die Probenahme frei entströmender Gase versucht, doch auch nach lange fortgesetztem intensivem Pumpen und sehr bedeutender Erniedrigung des Wasserspiegels stiegen die Blasen nur sehr vereinzelt und an sehr verschiedenen Stellen auf, so daß auch mit Hilfe einer Leiter die nötige Menge nicht zu bekommen war. Hierbei hat sich übrigens auch das verwendete Bunsen'sche Gassammelröhrchen mit Auffangtrichter sehr wenig bewährt, denn wenn, wie es leider gewöhnlich der Fall ist, das Gas im Trichter oder in der Verengerung der Röhre zurückgehalten wird, dann hilft auch meistens das empfohlene Klopfen auf eine harte Unterlage sehr wenig oder gar nicht. Hackl hat deshalb eine neue Vorrichtung konstruiert, die sich bereits bestens bewährt hat und bei Gelegenheit publiziert werden soll.

Die Bestimmungen von $Cl + Br + J$, SiO_2, Al, $Ca + Sr + Ba$, Mg, K, Na, P_2O_5 und NH_4 stammen von Eichleiter, alles Uebrige wie auch Ausarbeitung und kritische Stellungnahme wurde von Hackl durchgeführt. Und nun zu den angewendeten Analysenverfahren:

Die Gesamt-Kohlensäure bestimmung wurde an der Quelle vorbereitet und mit einem etwas modifizierten Fresenius-Classen-Apparat ausgeführt, durch Austreiben und Absorption des CO_2 in Natronkalk nach vorheriger Bindung des H_2S an Kupfervitriol-Bimsstein.

Der Gesamt-Schwefelwasserstoff wurde durch Filtrieren des an der Quelle gefällten Schwefelcadmiums, Oxydation mit Bromsalzsäure, Abdampfen und Fällung mit Chlorbaryum in schwach salzsaurer Lösung bestimmt.

Auf Thiosulfat wurde im Filtrat vom CdS durch Fällung mit Silbernitrat und Lösen des Chlorsilbers in Ammoniak geprüft.

SO_4 konnte, da Thiosulfat nur in Spuren vorhanden war, nach dem Filtrieren des CdS im Filtrat, ohne Kochen mit HCl im CO_2-Strom, nach dem Ansäuern mit Salzsäure durch Fällung mit Chlorbaryum bestimmt werden.

$Cl + Br + J$ wurde nach Fresenius, Quant. Analyse, 6. Aufl., 2. Band, pag. 207, bestimmt.

SiO_2, Al, $Ca + Sr + Ba$ und Mg wurden nach dem gewöhnlichen Verfahren in einer Portion bestimmt, jedoch jede Fällung zweimal nacheinander ausgeführt; Al wurde von Fe durch Kalilauge getrennt.

K und Na wurden durch Abscheidung der Schwefelsäure mittelst Chlorbaryum, Trennung von den anderen Basen mittelst Baryumhydroxyd und Abscheidung des Ba durch Ammonkarbonat als Chloride bestimmt und mittelst Platinchlorid getrennt.

Auf P_2O_5 wurde nach Fresenius, Quant. Analyse, 2. Band, pag. 218, geprüft.

NH_4 ist nach Fresenius, pag. 219, 1. Verfahren, bestimmt worden.

Auf Arsen wurde durch Eindampfen von $1^1/_2\,l$ unter Sodazusatz, Filtrieren und Ausführen der Bettendorf'schen Reaktion mit dem Filtrat geprüft; dieselbe fiel negativ aus. Einleiten von H_2S in die schwach salzsaure Lösung gab nicht die geringste Fällung. Eine Parallelprobe mit 1 *mg* As_2O_3 in gleicher Flüssigkeitsmenge ergab jedoch sehr deutliche Fällung. Eventuell vorhandenes *As* mußte deshalb weit unter dieser Menge sein, weshalb darauf auch noch in einer sehr großen Wassermenge geprüft wurde, siehe weiter unten.

Auf Blei wurde nach dem Verfahren von Frerichs (Lunge-Berl, chem.-techn. Untersuchungsmethoden, 6. Aufl., 2. Band, pag. 275) mit Hilfe von Watte geprüft. In 1 *l* war keine Spur nachweisbar.

Zum Eisennachweis wurden 100 cm^3 Wasser aus frisch geöffneter, vollgefüllter Flasche mit einigen Tropfen Ammoniak und frischem H_2S-Wasser versetzt; es entstand deutliche Bräunung, welche durch Essigsäurezusatz völlig verschwand, also nicht von *Pb* oder *Cu* herrührte. Die Bestimmung erfolgte in Anbetracht der geringen Menge durch kolorimetrische Titration: 500 *g* Wasser wurden in einem hohen Becherglas auf Filtrierpapierunterlage mit 5 cm^3 H_2S-Wasser und zwei Tropfen Ammoniak versetzt. In einem zweiten gleichen Becherglas wurde in 500 *g* destilliertes Wasser, ebenfalls mit 5 cm^3 H_2S-Wasser und 2 Tropfen Ammoniak versetzt, aus einer Bürette tropfenweise eine Lösung von 0·0700 *g* Mohr'schem Salz in 100 cm^3 Wasser (mit 1 Tropfen Schwefelsäure und etwas H_2S-Wasser versetzt; 1 $cm^3 = 0{\cdot}1$ *mg* *Fe*) bis zum gleichen Farbton zugegeben.

Mangan wurde durch Verdampfen von 100 cm^3 Wasser mit Salpetersäure, Abdampfen mit HNO_3, Aufnehmen mit verdünnter Salpetersäure und Kochen mit Bleisuperoxyd nachgewiesen. Die Bestimmung erfolgte kolorimetrisch durch Eindampfen von 500 *g* Wasser mit Salpetersäure, zweimaliges Abdampfen mit HNO_3, Lösen in Salpetersäure, Kochen mit Bleisuperoxyd und Filtrieren durch Asbest; in ein gleiches Volumen verdünnter Salpetersäure wurde aus einer Bürette tropfenweise eine Lösung von 0·0288 *g* $KMnO_4$ in 100 cm^3 H_2O (1 $cm^3 = 0{\cdot}1$ *mg* *Mn*) gegeben, bis der gleiche Farbton erreicht war.

Auf Salpetersäure wurde mit Brucin und Schwefelsäure geprüft; ergab nur Spuren.

Auf salpetrige Säure wurde ebenfalls mit Brucin und Schwefelsäure geprüft; da keine Reaktion eintrat, wurde nach Abscheidung des Eisens mit Jodkalium und Stärke geprüft, und weil auch hierbei keine Reaktion erhalten wurde, auch noch mit Metaphenylendiamin, wodurch die Abwesenheit von NO_2 sichergestellt wurde.

Die organischen Substanzen wurden nach Kubel durch Oxydation in saurer Lösung bestimmt.

Fluor, Lithium, Cäsium, Rubidium und Thallium wurden in 20 *l* bestimmt, beziehungsweise nachgewiesen. Diese Menge wurde auf zirka 300 cm^3 eingedampft (Sodazusatz war nicht notwendig, weil alkalische Reaktion vorhanden war und bestehen blieb), dann wurde, um alles Fluor in den Niederschlag zu bekommen, nach Casares Chlorcalcium zugesetzt und gekocht, hierauf filtriert und mit Wasser gewaschen. Das so erhaltene Filtrat diente zur Lithiumbestimmung. Der alles Fluor enthaltende Niederschlag wurde mit

verdünnter Essigsäure behandelt, zur Trockne abgedampft, mit Wasser aufgenommen, filtriert und gewaschen. Der verbliebene Rückstand wurde verascht, mit Kalium-Natrium-Karbonat verrieben und bei niedriger Temperatur im Platintiegel aufgeschlossen, die Schmelze mit Wasser ausgelaugt, filtriert, die Lösung auf dem Wasserbad mit Ammonkarbonat erwärmt, filtriert, zur Trockne verdampft und mit Wasser aufgenommen; hierauf etwas Natriumkarbonat und eine Lösung von Zinkoxyd in Ammonchlorid und Ammoniak hinzugefügt und verdampft bis zum Verschwinden des Ammoniakgeruchs, filtriert, das Filtrat mit Chlorcalcium gekocht, filtriert, mit heißem Wasser gewaschen, den Niederschlag im Platintiegel geglüht, mit verdünnter Essigsäure ausgezogen, den Rückstand mit Wasser gewaschen, geglüht und das Calciumfluorid gewogen und mikrochemisch identifiziert.

Zur Lithiumbestimmung wurde das entsprechende Filtrat samt Waschwasser zur Trockne verdampft, mit Wasser aufgenommen, filtriert, das Filtrat mit Salzsäure schwach angesäuert, stark konzentriert und mit Platinchlorid und Alkohol gefällt, wobei durch mikrochemische Verfolgung der Ausfällung der Alkohol- und Wasserzusatz geregelt wurde; hierauf mit verdünntem Alkohol gewaschen und den Niederschlag zur Prüfung auf Cäsium, Rubidium und Thallium verwendet, siehe unten. Aus der das Lithium enthaltenden Lösung wurde der Alkohol verjagt und dann das Platin durch Einleiten von Wasserstoff auf dem Wasserbad ausgefällt; das Filtrat wurde mit Barytwasser gekocht und eingeengt, nach dem Filtrieren die Lösung mit Ammoniak und Ammonkarbonat erwärmt, hierauf wieder filtriert, Filtrat und Waschwasser in einer Platinschale verdampft und die Ammonsalze abgeraucht. Der Rückstand wurde wiederholt mit Äther-Alkohol ausgezogen, die Lösung im Wasserbad verdampft, mit Wasser aufgenommen, mit Ammoniak und Ammonkarbonat erwärmt, die erhaltene minimale Fällung abfiltriert, das Filtrat eingedampft, mit Salzsäure abgedampft und schwach erhitzt. Der erhaltene Rückstand wurde nochmals mit Aether-Alkohol extrahiert, filtriert, die Lösung verdampft, in etwas Wasser gelöst; mit wenig Schwefelsäure versetzt, eingedampft, der Schwefelsäureüberschuß abgeraucht, schwach geglüht und das Li als Li_2SO_4 gewogen und mikrochemisch identifiziert.

Zur Prüfung auf Cs, Rb, Tl wurde der oben erhaltene Kaliumplatinchlorid-Niederschlag wiederholt mit kleinen Mengen Wasser ausgekocht, der Rückstand schwach geglüht, mit Wasser aufgenommen und das Platin abfiltriert; das eingeengte Filtrat ergab bei mikrochemischer Prüfung deutliche Spuren von Thallium, Cäsium und Rubidium.

Arsen, Bor, Brom, Jod; Baryum, Strontium, Titan, Uran[1]), Beryllium[1]) und seltene Erden[1]). Zur Bestimmung, beziehungsweise Nachweisung dieser Bestandteile wurden 50 *l* unter Sodazusatz auf zirka $^1/_2$ *l* eingedampft, worauf der Niederschlag filtriert und gewaschen wurde. In der Lösung (*a*) war *As*, *B*, *Br* und *J* zu bestimmen, beziehungsweise nachzuweisen, im Rückstand (*b*) *As*, *Ba*,

---

[1]) Die Prüfung auf diese Bestandteile wurde deshalb vorgenommen, weil die beiden früheren Analysen von Stránský *Be* und seltene Erden angegeben haben.

Sr usw. Lösung *a* wurde auf 1 *l* aufgefüllt und in zwei gleiche Teile, entsprechend je 25 *l* Wasser, geteilt; in der einen Hälfte (*k*) war *As* und *B* zu bestimmen, in der anderen (*l*) *Br* und *J*.

Lösung *k* wurde konzentriert, mit *HCl* angesäuert und daranf in der Wärme gereinigter H_2S eingeleitet, um *As* usw. zu fällen, es entstand jedoch keine Spur eines Niederschlages. Die hieran anzuschließende Bestimmung der Borsäure mußte unterbleiben, da sowohl in der Lösung *l* (siehe unten) als auch bei direkter Prüfung auf *B* durch Eindampfen von 2 *l* Mineralwasser, Auskochen mit Wasser, Filtrieren, Konzentrieren der Lösung, Ansäuern mit Salzsäure und Prüfung mit Kurkumapapier nur eine Spur Borsäure gefunden wurde.

Lösung *l* wurde unter Sodazusatz zur Trockne verdampft, der Rückstand zerrieben, mit heißem Alkohol ausgezogen und der Auszug nach Zusatz eines Tropfens Natronlauge zur Trockne verdampft, mit Wasser aufgenommen, filtriert und gewaschen, das Filtrat auf 100 cm^3 aufgefüllt und halbiert, um in der einen Hälfte (entsprechend 12·5 *l* Wasser) Jod mit Palladiumchlorür zu fällen, in der anderen $Br + J$ mit Chlorwasser zu titrieren. Es wurde deshalb die eine Hälfte mit Salzsäure schwach angesäuert, mit Palladiumchlorür versetzt und in der Wärme 24 Stunden stehen gelassen. Da keine Fällung erhalten wurde, so wurden von der zweiten Hälfte zu 50 cm^3 10 cm^3 (entsprechend 2·5 *l*) zur qualitativen Prüfung verwendet, stark konzentriert, mit Schwefelsäure angesäuert, mit Schwefelkohlenstoff und Kaliumnitrit auf Jod, und darauf durch Zusatz von Chlorwasser auf Brom geprüft; dies ergab Jod und Brom, beide in sehr geringen Spuren. Der Rest der zweiten Hälfte, 40 cm^3 (entsprechend 10 *l*) wurde so stark als möglich konzentriert, mit Salzsäure angesäuert und mit Kurkumapapier auf Bor geprüft, wovon eine Spur gefunden wurde. Durch Zusatz von Stärke und Kaliumchloratlösung wurde mikrochemisch die Brom- und Jod-Prüfung kontrolliert und es ergaben sich wieder Spuren dieser beiden Bestandteile.

Rückstand *b* wurde zur Untersuchung auf *As*, *Ba*, *Sr* usw. in Salzsäure gelöst, unter Zusatz einiger Tropfen Schwefelsäure zur Trockne verdampft, mit Salzsäure und Wasser aufgenommen, filtriert und gewaschen. Rückstand *c* auf *Ba* und *Sr*, Filtrat *d* auf *As* usw. zu prüfen.

Rückstand *c* wurde verascht und geglüht, dann mit Schwefelsäure und Flußsäure die Kieselsäure entfernt und die Schwefelsäure abgeraucht, hierauf mit Kaliumpyrosulfat aufgeschlossen, die Schmelze mit kaltem Wasser ausgelaugt und filtiert; das Filtrat gab mit Schwefelsäure und Wasserstoffsuperoxyd geprüft eine sehr geringe Spur Titan zu erkennen. Der verbliebene Rückstand wurde mit Soda geschmolzen, mit Wasser ausgelaugt und ausgewaschen, der Rückstand in wenig Salzsäure gelöst und *Ba* durch einige Tropfen verdünnter Schwefelsäure gefällt. Nach dem Absetzen wurde filtriert und ausgewaschen; Niederschlag *M*, Filtrat *N*. Letzteres wurde mit Alkohol versetzt und längere Zeit stehen gelassen, hierauf filtriert, der Niederschlag verascht, mit Soda aufgeschlossen, mit Wasser ausgelaugt und der Rückstand in Salpetersäure gelöst (Lösung *z*). Niederschlag *M* in Anbetracht der geringen Menge im verschlossenen Trichter mit Ammonkarbonat über-

gossen und 12 Stunden stehen gelassen, nach dem Abfließen der Flüssigkeit mit verdünnter Salpetersäure behandelt und ausgewaschen; Lösung *y*, Niederschlag nach dem Veraschen als $BaSO_4$ gewogen. Filtrat *d* wurde bei 70° mit gereinigtem Schwefelwasserstoff behandelt, dann filtriert und gewaschen; Niederschlag *e*, Filtrat *f*. *e* wurde zur Prüfung auf *As* auf dem Filter mit einem warmen Gemisch von Ammoniak und Wasserstoffsuperoxyd behandelt, das Filtrat verdampft, mit Salpetersäure abgedampft, in verdünnter Salpetersäure gelöst, ammoniakalisch gemacht und mit Magnesiamixtur versetzt 24 Stunden lang stehen gelassen; ergab keine Arsensäure. Filtrat *f* wurde durch Erwärmen vom Schwefelwasserstoff befreit, nach dem Filtrieren mit Wasserstoffsuperoxyd oxydiert, dessen Ueberschuß durch Kochen zerstört und hierauf die Fällung von *Fe*, *Al* usw. durch Ammoniak vorgenommen. Nach dem Filtrieren und oberflächlichem Auswaschen wurde der Niederschlag in Salzsäure gelöst, die Ammoniakfällung wiederholt, filtriert und ausgewaschen; Filtrat vereinigt mit dem Filtrat von der ersten Fällung = Lösung *g*, Niederschlag *h*.

g mit Salzsäure angesäuert, konzentriert, ammoniakalisch gemacht, mit Schwefelammonium gefällt und nach längerem Stehen filtriert. Der Niederschlag war in verdünnter Salzsäure vollständig löslich, also kein Kobalt und Nickel vorhanden. Das Filtrat wurde konzentriert, mit Salzsäure versetzt, weiter konzentriert, filtriert und das Filtrat in der Wärme mit Ammoniak und Ammonkarbonat versetzt, der Niederschlag dekantiert und ausgewaschen und in verdünnter Salpetersäure gelöst, Lösung *y* und *z* (siehe oben) zugegeben, verdampft, im Luftbad getrocknet, mit Aether-Alkohol behandelt, der Rückstand in Wasser gelöst, Strontium mit Schwefelsäure und Alkohol gefällt und als $SrSO_4$ gewogen. Niederschlag *h* war auf *Be*, *Ur* und seltene Erden zu prüfen. Er wurde mit Ammonkarbonat und etwas Schwefelammon behandelt und filtriert; Filtrat α, Niederschlag β. α, enthaltend eventuell vorhandenes *Be*[1]) und *Ur*, wurde eingedampft und mit Salzsäure zersetzt, abgedampft, mit verdünnter Salzsäure aufgenommen, filtriert, Filtrat mit Natriumhydroxyd im Ueberschuß versetzt und filtriert. Der erhaltene Niederschlag war auf *Ur* zu prüfen. Das Filtrat wurde mit Salzsäure angesäuert, um *Be* mit Ammoniak zu fällen, es trat jedoch keine Fällung ein. Der auf *Ur* zu prüfende Niederschlag, welcher anscheinend Eisen enthielt, wurde deshalb nochmals mit Ammonkarbonat und Schwefelammon extrahiert, filtriert, das Filtrat eingedampft, mit Salzsäure zersetzt, abgedampft, mit verdünnter Salzsäure aufgenommen, filtriert und mit Natriumhydroxyd versetzt. Der entstandene geringe Niederschlag wurde nach dem Filtrieren und Waschen in Salzsäure gelöst; eine Probe davon gab mit gelbem Blutlaugensalz blaue Fällung, eine andere nach dem Abdampfen der Säure und Aufnehmen mit wenig Wasser keine Fällung mit Wasserstoffsuperoxyd; also ist etwas Eisen durchgegangen und die Trennung durch Ammonkarbonat und Schwefelammon nicht vollständig und Uran nicht vorhanden. Niederschlag β wurde zwecks Prüfung auf

---

[1]) Berylliumhydroxyd ist in Ammonkarbonat löslich und wird daraus durch Schwefelammon nicht gefällt.

seltene Erden in Salzsäure gelöst, abgedampft, mit möglichst wenig Salzsäure und Wasser aufgenommen und die Lösung mit Oxalsäure und Ammonoxalat versetzt; es wurde keine Fällung von seltenen Erden erhalten.

Da im klaren Wasser kein Arsen gefunden werden konnte, so wurde noch der Bodensatz von acht großen Mineralwasserflaschen darauf geprüft; und zwar durch Filtrieren, Waschen, Oxydation mit Salpetersäure, Verdampfen, Aufnehmen mit verdünnter Salpetersäure, Einleiten von Schwefelwasserstoff in der Wärme, Filtrieren, Oxydation der Fällung auf dem Filter mit warmem ammoniakalischen Wasserstoffsuperoxyd, Verdampfen der Lösung, nochmalige Oxydation und Verdampfung mit Salpetersäure, Aufnehmen mit verdünnter Salpetersäure und Versetzen mit Ammoniak und Magnesiamixtur. Es wurde dadurch auch nach 24 Stunden keine Arsensäurefällung erhalten.

Quantitative Resultate.

Gesamt-Kohlensäure:

Wasser	CO_2		CO_2
304·87 *g* . . .	0·1238 *g*,	entsprechend	0·4061 *g* pro 1 *kg* Wasser.
287·52 *g* . . .	0·1157 *g*,	entsprechend	0·4024 *g* pro 1 *kg* Wasser.
300·21 *g* . . .	0·1215 *g*,	entsprechend	0·4047 *g* pro 1 *kg* Wasser.

Durchschnittswert:

0·4044 *g* CO_2 pro 1 *kg*[1]) Wasser.
0·4046 *g* CO_2 pro 1 *l*[1]) Wasser.

Gesamt-Schwefelwasserstoff:

Wasser	$BaSO_4$		$BaSO_4$	H_2S
287·27 *g* . . .	0·0019 *g*;	1 *kg* Wasser . . .	0·006614 *g* . . .	0·0009654 *g*
301·60 *g* . . .	0·0020 *g*;	1 *kg* Wasser . . .	0·006631 *g* . . .	0·0009679 *g*

Durchschnittswert:

0·0009666 *g* H_2S pro 1 *kg*.
0·0009671 *g* H_2S pro 1 *l*.

Thiosulfat: Spur.

Schwefelsäure:

300·05 *g* Wasser . . . 0·0161 *g* $BaSO_4$; 1 *kg* . . . 0·05366 *g* $BaSO_4$.
301·60 *g* Wasser . . . 0·0164 *g* $BaSO_4$; 1 *kg* . . . 0·05438 *g* $BaSO_4$.

Durchnittswert:

0·05402 *g* $BaSO_4$ . . . 0·01852 *g* SO_3 . . . 0·02222 *g* SO_4 pro 1 *kg*.
0·01853 *g* SO_3 . . . 0·02224 *g* SO_4 pro 1 *l*.

Chlor: 2 *kg* Wasser . . . 0·0730 *g* $AgCl$[2]) . . . 0·01804 *g* *Cl*.
0·00902 *g* *Cl* pro 1 *kg*; 0·00903 *g* *Cl* pro 1 *l*.

[1]) Bestimmung des spezifischen Gewichtes siehe weiter unten.
[2]) *Br* und *J* sind nur in Spuren vorhanden.

Kieselsäure: 5 *kg* Wasser . . . 0·0440 *g* SiO_2.
1 *kg* . . . 0·0088 *g* SiO_2 . . . 0·01145 *g* H_2SiO_3.
1 *l* . . . . 0·008804 *g* SiO_2 . . . 0·01146 *g* H_2SiO_3.

Eisen: 5 *kg* Wasser . . . 0·0040 *g* Fe_2O_3.
1 *kg* . . . 0·0008 *g* Fe_2O_3 . . . 0·00072 *g* FeO . . . 0·00056 *g* Fe.

Aluminium: 5 *kg* Wasser . . . 0·0020 *g* Al_2O_3.
1 *kg* Wasser 0·0004 *g* Al_2O_3 . . . 0·0002121 *g* Al.

Calcium: 5 *kg* Wasser . . . 0·6647 *g* CaO.
1 *kg* Wasser . . . 0·13294 *g* CaO . . . 0·09504 *g* Ca.
1 *l* Wasser . . . 0·1330 *g* CaO . . . 0·09509 *g* Ca.

Magnesium: 5 *kg* Wasser . . . 0·5233 *g* $Mg_2P_2O_7$.
1 *kg* Wasser . . . 0·10466 *g* $Mg_2P_2O_7$ . . . 0·037935 *g* MgO . . . 0·02290 *g* Mg.
1 *l* Wasser . . . 0·03795 *g* MgO . . . 0·02291 *g* Mg.

Alkalien:

5 *kg* Wasser . . . 0·4375 *g* $KCl + NaCl + LiCl$; 0·2710 *g* K_2PtCl_6.
1 *kg* Wasser . . . 0·0875 *g* $KCl + NaCl + LiCl$; 0·0542 *g* K_2PtCl_6 =
= 0·01665 *g* KCl . . . 0·01052 *g* K_2O . . . 0·008736 *g* K pro 1 *kg*.
0·01053 *g* K_2O . . . 0·008740 *g* K pro 1 *l*.

0·07085 *g* $NaCl + LiCl$
− 0·00008 *g* $LiCl$[1])
0·07077 *g* $NaCl$ . . . 0·03756 *g* Na_2O . . . 0·02788 *g* Na pro 1 *kg*.
0·03758 *g* Na_2O . . . 0·02790 *g* Na pro 1 *l*.

Ammonium: 2 *kg* Wasser . . . 0·0095 *g* Pt
Gegenversuch . . . — 0·0035 *g* Pt
0·0060 *g* Pt

1 *kg* . . . 0·0030 *g* Pt . . . 0·0005255 *g* NH_3 . . . 0·0005566 *g* NH_4.
1 *l* . . . . 0·0005257 *g* NH_3 . . . 0·0005568 *g* NH_4.

Phosphorsäure: In 5 *kg* Wasser nur unbestimmbare Spur gefunden.

Arsen: In 50 *l* nicht nachweisbar.

Blei: In 1 *l* nicht nachweisbar.

Eisen, kolorimetrisch bestimmt: Für 500 *g* Wasser 2·7 cm^3 der Lösung von Mohr'schem Salz (1 cm^3 . . . 0·1 *mg Fe*) verbraucht; 500 *g* Wasser enthalten also 0·27 *mg Fe*.

1 *kg* Wasser . . . 0·00054 *g* Fe . . . 0·00069 *g* FeO.
1 *l* Wasser . . . 0·00054 *g* Fe . . . 0·000695 *g* FeO.

[1]) Die Lithium Bestimmung siehe weiter unten.

Mangan, kolorimetrisch bestimmt: Für 500 *g* Wasser 0·7 cm^3 $KMnO_4$-Lösung (1 cm^3 . . . 0·1 *mg Mn*) verbraucht; 500 *g* Wasser enthalten also 0·07 *mg Mn.*

1 *kg* . . . 0·00014 *g Mn* . . . 0·00018 *g MnO.*

Salpetersäure: Spur.

Salpetrige Säure: Nicht vorhanden.

Organische Substanz: 100 *g* Wasser nach Kubel in saurer Lösung oxydiert durch Titration mit $\frac{n}{100}$ Oxalsäure-Lösung und ca. $\frac{n}{100}$ $KMnO_4$-Lösung; 10·0 cm^3 $\frac{n}{100}$ Oxalsäure-Lösung . . . 10·7 cm^3 $KMnO_4$-Lösung; Gesamt-Permanganatverbrauch 11·3 cm^3, Verbrauch an Oxalsäure 10·0 cm^3. Zur Oxydation wurden also 11·3—10·7 = 0·6 cm^3 ca. $\frac{n}{100}$ $KMnO_4$-Lösung verbraucht.

1 cm^3 ca. $\frac{n}{100}$ $KMnO_4$-Lösung . . . $\frac{0·00316}{10·7}$ *g* $KMnO_4$ . . . $\frac{0·0008}{10·7}$ *g O;* für 1 *kg* Wasser . . . 10 . 0·6 $\frac{0·00316}{10·7}$ *g* $KMnO_4$ . . . 10 . 0·6 $\frac{0·0008}{10·7}$ *g O* verbraucht = 0·00177 *g* $KMnO_4$ . . . 0·000449 *g O.* Unter der Annahme von Wood und Kubel, daß 1 Teil $KMnO_4$ 5 Teilen organischer Substanz entspricht, ergibt dies 0·00885 *g* organische Substaz pro 1 *kg.*

Fluor: 20 *l* . . . 0·0181 *g* CaF_2 . . . 0·008815 *g F.*
1 *l* . . . 0·0004407 *g F*, 1 *kg* . . . 0·0004405 *g F.*

Lithium: 20 *l* . . . 0·0021 *g* Li_2SO_4.
1 *l* . . . 0·00002866 *g* Li_2O . . . 0·00001340 *g Li.*
1 *kg* . . . 0·00002865 *g* Li_2O . . . 0·00001340 *g Li.*

Cäsium, Rubidium und Thallium: Spuren.

Bor, Brom, Jod, Titan: Spuren.

Baryum: 50 *l* . . . 0·0401 *g* $BaSO_4$.
1 *l*, 1 *kg* . . . 0·000527 *g BaO* . . . 0·000472 *g Ba.*

Strontium: 50 *l* . . . 0·0010 *g* $SrSO_4$.
1 *l*, 1 *kg* . . . 0·00001128 *g SrO* . . . 0·00000954 *g Sr.*

Uran, Beryllium und seltene Erden: In 50 *l* nicht nachweisbar.

Spezifisches Gewicht:

Pyknometer leer	22·1691 *g*
Pyknometer mit dest. Wasser von 17·2° C gefüllt	59·4575 „
Pyknometer mit Mineralwasser von 17·2° C gefüllt	59·4756 „

$\frac{37·3065}{37·2884}$ = 1·0005 bei 17·2° C, bezogen auf Wasser gleicher Temperatur.

Abdampfrückstand bei 130° C in der Platinschale getrocknet: 0·4028 *g* pro 1 *kg*.

Resultate, berechnet und zusammengestellt nach dem Vorgang des Deutschen Bäderbuches[1]).

Analytiker: Eichleiter und Hackl (Chem. Lab. d. k. k. geol. Reichsanstalt) 1913/14.

Spezifisches Gewicht: 1·0005 (bei 17·2° C, bezogen auf Wasser von 17·2° C).

Temperatur: 9·2° C (bei 17·8° C Lufttemperatur am 11. Juni 1913 um 11 Uhr Vormittag).

Ergiebigkeit: 492·5 *hl* in 24 Stunden[2]).

In 1 *kg* Wasser sind enthalten:

Kationen	Gramm	Mill-Mol	Milligramm-Aequivalente	Relative Aequivalent-Prozente
Ammonium-Ion ($NH_4^{\cdot}$)	0·0005566	0·03080	0·03080	0·38
Lithium-Ion ($Li^{\cdot}$) . . .	0·0000134	0·001906	0·001906	0·02
Kalium-Ion ($K^{\cdot}$) . . .	0·008736	0·2231	0·2231	2·74
Natrium-Ion ($Na^{\cdot}$) . .	0·02788	1·2095	1·2095	14·87
Calcium-Ion ($Ca^{\cdot\cdot}$) . .	0·09504	2·368	4·736	58·21
Strontium-Ion ($Sr^{\cdot\cdot}$) .	0·00000954	0·000109	0·000218	0·003
Baryum-Ion ($Ba^{\cdot\cdot}$) . .	0·000472	0·003434	0·006868	0·08
Magnesium-Ion ($Mg^{\cdot\cdot}$)	0·02290	0·9401	1·8802	23·11
Ferro-Ion ($Fe^{\cdot\cdot}$) . . .	0·000540	0·009663	0·019326	0·24
Mangano-Ion ($Mn^{\cdot\cdot}$) .	0·000140	0·002545	0·005090	0·06
Aluminium-Ion ($Al^{\cdot\cdot\cdot}$)	0·0002121	0·007826	0·023478	0·29
			8·136	100·00

[1]) Wir bemerken hierzu, daß wir mit den theoretischen Anschauungen, auf welchen diese Darstellungsweise beruht, nicht einverstanden sind; doch haben wir sie aus praktischen Gründen gewählt, besonders auch zwecks leichteren Vergleiches mit anderen Mineralwasseranalysen, welche ja nun — was Deutschland und Oesterreich betrifft — sämtlich in gleicher Weise im Deutschen und im Oesterreichischen Bäderbuch dargestellt sind. Wer sich für die theoretische Kontroverse interessiert, sei auf folgende Arbeiten von Hackl verwiesen: „Ueber die Anwendung der Ionentheorie in der analytischen Chemie", Jahrbuch d. k. k. geol. R.-A. 1912, pag. 613—648 und „Analysenberechnung und chemische Beurteilung von Mineralwässern", Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1915, pag. 123—129. Zur leichteren Orientierung über den chemischen Charakter des Wassers wurde die Tabelle der relativen Aequivalentprozente hinzugefügt.

[2]) Berechnet aus der durchschnittlichen Ergiebigkeit 0·57 *l* / 1 Sek.

In 1 *kg* Wasser sind enthalten:

Anionen	Gramm	Mill-Mol	Milligramm-Aequivalente	Relative Aequivalent-Prozente
Hydrosulfid-Ion (HS')	0·0005080	0·015	0·015	0·18
Fluor-Ion (F')	0·0004405	0·02312	0·02312	0·28
Chlor-Ion (Cl')	0·00902	0·2544	0·2544	3·13
Sulfat-Ion (SO_4'') . . .	0·02222	0·2313	0·4626	5·69
Hydrokarbonat - Ion (HCO_3')	0·4503	7·381	7·381	90·72
	0·6390	12·70	8·136	100·00
Kieselsäure (meta) (H_2SiO_3)	0·01145	0·1457		
	0·6504	12·85		
Organische Substanz	0·00885			
	0·6593			
Freier Schwefelwasserstoff (H_2S)	0·0004430	0·013		
Freies Kohlendioxyd (CO_2)	0·07964	1·810		
	0·7394	14·67		

Ferner Spuren von Nitrat-, Brom-, Jod-, Thiosulfat-, Hydrophosphat-Ionen, Borsäure, Titansäure und mikrochemisch festgestellte Spuren von Cäsium-, Rubidium- und Thallium-Ionen.

Die Zusammensetzung dieses Wassers entspricht einer Lösung, welche in 1 *kg* enthält:

	Gramm
Ammoniumchlorid (NH_4Cl)	0·001649
Lithiumchlorid ($LiCl$)	0·00008097
Kaliumchlorid (KCl)	0·01654
Kaliumsulfat (K_2SO_4)	0·0001247
Natriumhydrosulfid ($NaHS$)	0·0008621
Natriumfluorid (NaF)	0·0009735
Natriumsulfat (Na_2SO_4)	0·03111
Natriumhydrokarbonat ($NaHCO_3$) . . .	0·06163
Calciumhydrokarbonat [$Ca(HCO_3)_2$] . .	0·3840
Strontiumhydrokarbonat [$Sr(HCO_3)_2$] . .	0·0000228
Baryumhydrokarbonat [$Ba(HCO_3)_2$] . .	0·0008911
Magnesiumhydrokarbonat [$Mg(HCO_3)_2$] .	0·1376
Ferrohydrokarbonat [$Fe(HCO_3)_2$] . . .	0·001719
Manganohydrokarbonat [$Mn(HCO_3)_2$] .	0·0004505
Aluminiumsulfat [$Al_2(SO_4)_3$]	0·001340
	0·6390
Kieselsäure (meta) (H_2SiO_3) . . .	0·01145
	0·6504
Organische Substanz	0·00885
	0·6593

	Gramm
Freier Schwefelwasserstoff (H_2S) . . .	0·0004430 [1]
Freies Kohlendioxyd (CO_2)	0·07964 [2]
	0·7394

Die Summe der gelösten festen Bestandteile beträgt ca. 0·66 *g*, wobei Hydrokarbonat- und Calcium-Ionen überwiegen; der Gehalt an freiem Schwefelwasserstoff beträgt 0·44 *mg*. Dieses Wasser ist demnach als schwach erdalkalische Schwefelwasserstoffquelle zu bezeichnen.

Im folgenden geben wir noch die vor unserer Analyse durchgeführten Untersuchungen dieser Mineralquelle wieder [3]; sie stammen sämtlich von Stránský (Brünn).

I. Analyse, 1911.

1 *l* enthält:

	Gramm
H_2S frei	0·1008
Cl gebunden	0·0158
Schwefelsäure gebunden	0·0246
Kohlensäure gebunden	0·1027
SiO_2	0·0084
Calcium	0·1320
Magnesium	0·0301
Eisen + Aluminium	0·0032
Alkalien (Natron)	0·0138
Abdampfrückstand (bei 110° getrocknet) . .	0·3620

Ammoniak, Salpetersäure und salpetrige Säure nicht vorhanden, Spuren von organischer Substanz.

Auffallend ist hier der kolossale Gehalt an Schwefelwasserstoff; dies wäre also die Analyse einer außergewöhnlich starken Schwefelwasserstoffquelle. Ferner ist auffallend die quantitative Angabe von Eisen + Aluminium, welche, falls sie nicht getrennt wurden, doch nur als Oxyde zusammen gewogen und angegeben werden konnten, nicht aber in elementarer Form, aus welcher Wägung aber auch keine Berechnung der Summe beider Elemente möglich ist; und schließlich die quantitative Angabe „Alkalien (Natron)“, da doch nur die Summe der Alkalichloride gewogen wird und daraus, wenn keine Trennung durchgeführt wurde — die ja anzuführen gewesen wäre —, eine Berechnung auf Oxyde ausgeschlossen ist.

---

[1]) 0·30 cm^3 bei 9·2° C und 760 *mm*.

[2]) 41·65 cm^3 bei 9·2° C und 760 *mm*.

[3]) Nach der Uebersetzung der Badedirektion.

II. Analyse, März 1913.

1 l enthält:

	Gramm
Freies CO_2	0·12425
H_2S	0·00955
O, N und andere Gase	Spuren

Na_2CO_3	0·00206
$NaCl$	0·01304
$Na_2S_2O_3$	0·02493
Na_2SiO_3	0·00538
Borsäure	Spur
Na_3AsO_4	0·03383
$NaNO_3$	0·00039
K_3PO_4	0·00992
Li_2CO_3	0·00220
$CaCO_3$	0·15755
$CaSO_4$	0·00218
Sr	Spur
$MgCO_3$	0 07620
$MgSO_4$	0·03379
$Fe_2(CO_3)_3$	0·04654
$Al_2(SO_4)_3$	0·00201
$MnCO_3$	0·00160
Berylliumkarbonat	0·00070
Seltene Erden	0·00030
Summe	0·41262
Abdampfrückstand (bei 180° getrocknet)	0·41268
Härte	15·74 deutsche Härtegrade
Radio-Aktivität	0·4256 Mache-Einheiten
Spezifisches Gewicht	1·0005

Dieselbe Analyse, zum Vergleich umgerechnet[1]).

1 l enthält:

	Gramm
K	0·00548
Na	0·02666
Li	0·000418
Ca	0·06380
Mg	0·02884
Fe	0·01783
Mn	0·0007655

[1]) Mit Hilfe eines Rechenschiebers; die vierte Ziffernstelle ist deshalb nicht ganz genau, zum Vergleich jedoch genügend.

	Gramm
Al	0·0003181
Be	0·0000922
NO_3	0·00028
Cl	0·00790
S_2O_3	0·01767
SO_4	0·03019
$HAsO_4$	0·02276
HPO_4	0 00449
Seltene Erden . .	0·00030
CO_3 gebunden . .	0·1721
H_2SiO_3	0·00345

Auffallend ist hier der hohe Gehalt an Thiosulfat, Eisen und besonders Arsen; es wäre dies die Analyse einer starken Arsen-Eisen-Schwefelquelle. Sehr merkwürdig berührt den Anorganiker die Angabe von Ferrikarbonat (noch dazu in einer reduzierenden Schwefelquelle!), die übrigens in Mineralwasser-Analysen öfter vorkommt als man glauben würde und überraschende Aufklärungen über die Kenntnisse mancher Mineralquellen-Analytiker gibt. Zur Umrechnung dieser chemischen Monstrosität wurde die Formel $Fe_2(CO_3)_3$ benützt.

III. Analyse[1]), Mai 1913.

Spezifisches Gewicht . 1·0006

Radio-Aktivität . . . 1·50 Mache-Einheiten.

1 l enthält:	Gramm
Abdampfrückstand (bei 180° C getrocknet)	0·4360
CO_2 frei	0·055634
H_2S frei	0·00120
O, N und andere Gase	Spuren
Cl'	0·0320000
Br'	Spuren
J'	Spuren
SO_4''	0·0246680
SO_3''	Spuren
$H_2S_2O_3$	Spuren
HPO_4''	0·0006400
HPO_3'	0·0006400
N_2O_5'' Salpetersäure	nicht vorhanden
N_2O_3'' Salpetrige Säure	nicht vorhanden
HCN Blausäure	—
HCO_3	0·1472500
HBO_2	0·006806
$HCrO_4''$	—
$HAsO_4''$	0·011120

[1]) Die Millimol- und Milligrammäquivalent-Tabelle wurde weggelassen.

	Gramm
SiO_3''	0·0021000
HS'	0·0156760
$Na^{\cdot}$	0·0304360
$K^{\cdot}$	0·0048260
$NH_4^{\cdot}$	—
$Li^{\cdot}$	0·0032184
$Ca^{\cdot\cdot}$	0·1086400
$Ba^{\cdot\cdot}$	Spur
$Sr^{\cdot\cdot}$	0·0045792
$Mg^{\cdot\cdot}$	0·0125182
$Fe^{\cdot\cdot\cdot}$	0·0010500
$Al^{\cdot\cdot\cdot}$	0·0001590
$Mn^{\cdot\cdot}$	0·0003150
Zn, Sn, Cu, Pb, Hg	—
$Be^{\cdot\cdot\cdot}$	0·0013377
$HTiO_3$	0·0012000
Seltene Erden	0 0011000
Verbrauch an Sauerstoff zur Oxydation der org. Substanz	0·00912
Deutsche Härtegrade	18·44°

Es wäre dies die Analyse einer Arsen-Schwefelquelle. Die beiden Salztabellen — eine für das Wasser, die andere für den Abdampfrückstand — seien hier gar nicht wiedergegeben, nur einige „Glanzpunkte“ daraus werden weiter unten angeführt.

Merkwürdig ist in dieser Ionen-Grammtabelle die Angabe von „HPO_3'“ neben HPO_4''; das soll wohl phosphorige Säure bedeuten, stimmt aber mit den Valenz-Verhältnissen derselben (H_3PO_3) ebensowenig wie mit meta-Phosphorsäure (HPO_3), und ist um so sonderbarer als für beide zusammen eine einzige Zahl gegeben wird; und dann auch noch Blausäure, Chromsäure, Quecksilber — allerdings ohne Zahlenangaben — und wieder Beryllium und seltene Erden angeführt werden. Geradezu entsetzlich sind die Ionen-Formeln[1]) N_2O_5'' für Salpetersäure und N_2O_3'' für salpetrige Säure, anstatt entweder N_2O_5 und N_2O_3 für die Anhydride oder NO_3' und NO_2' für die Ionen. Und wie hier zuviel an Ionen-Zeichen getan wurde, so beim Hydrokarbonat-Rest HCO_3 zu wenig, nämlich gar keines. Thiosulfat wird auf einmal ganz abwechselnd weder als Ion noch auch als Anhydrid oder Säure-Rest, sondern als freie Säure angegeben und Chromsäure als $HCrO_4''$, was zu einer Chromsäure von der Formel H_3CrO_4 führt. Eisen ist als dreiwertig angegeben, während die Zahl der *mg*-Aequivalente aus den Milli-Mol durch Multiplikation mit 2 gewonnen wurde; Beryllium ist interessanterweise auch als dreiwertig angeführt und — hier wenigstens Konsequenz in der Unkenntnis verratend — die entsprechende *mg*-Aequivalent-Zahl aus den Milli-Mol durch Multiplizieren mit 3 berechnet worden.

---

[1]) Daß mit den Strichen Ionen gemeint sind und nicht bloß Wertigkeits-Zeichen, geht aus der Ueberschrift dieser Tabelle hervor, welche ausdrücklich Ionen heißt („Jontů“).

Für Titansäure wird die Formel $HTiO_3$ gegeben anstatt H_2TiO_3 oder ein in diesem Fall sehr gewagtes Ionen-Zeichen beizufügen. Gar nicht erfreulich sind auch die vielen angehängten Nullen, welche eine fabelhafte Genauigkeit vortäuschen, wie denn auch fast stets 5 Ziffern, in den Millimol- und *mg*-Aequivalent-Tabellen sogar 7, berechnet wurden.

Die beiden Salz-Tabellen enthalten ebenfalls prächtige chemische Ausstellungsobjekte, besonders wenn man bedenkt, daß es sich um ein Mineralwasser, resp. dessen Abdampfrückstand handelt. Da gibt es ausdrücklich Magnesiumsulfid MgS, ein Magnesiumarsenat mit der Formel $Mg_2(AsO_4)_3$ anstatt — wenn schon denn schon — $Mg_3(AsO_4)_2$, wieder das ominöse Ferrikarbonat $Fe_2(CO_3)_3$, ebenso Berylliumkarbonat mit der Formel $Be_2(CO_3)_3$. Für Calciumhydrophosphat ist die Formel $Ca(H_2PO_4)_2$ gegeben und überdies findet sich auch noch ein schönes neues Calciumphosphat Ca_3PO_4 vor, also ein sechswertiger Phosphat-Rest.

Die vorausgegangene Tabelle unserer Analysen-Resultate bezieht sich zwar auf 1 *kg* Wasser, kann aber trotzdem ohne weiteres mit denjenigen von Stránský, welche sich sämtlich auf 1 *l* beziehen, verglichen werden, weil bei dem verhältnismäßig geringen spezifischen Gewicht die Zahlen für den Gehalt pro 1 *l* erst in der vierten Ziffernstelle nur unerheblich von denjenigen, welche sich auf 1 *kg* beziehen abweichen, was ja auch aus den Angaben über unsere quantitativen Resultate direkt ersichtlich ist.

Zwischen Analyse I und II wurde die Neufassung der Quelle vorgenommen, was manche Differenz zwischen diesen beiden Analysen erklären würde. Nicht vertrauenerweckend ist aber der Umstand, daß bei Analyse II wie auch III der Abdampfrückstand bei 180° C getrocknet merkwürdig genau mit der Summe der Einzelposten der Salztabelle übereinstimmt; nämlich bei II 0·41268 *g* Abdampfrückstand, Summe der Salztabelle 0·41262 *g* pro 1 *l* und bei III 0·43600 *g* Abdampfrückstand, Summe der Salztabelle für den Abdampfrückstand 0·43524 *g* pro 1 *l*; was um so interessanter ist, als sich in der Salztabelle, wie oben gezeigt wurde, manche sehr sonderbare Verbindungen vorfinden. Dieser ungünstige Eindruck wird dadurch verstärkt, daß die ganze Analyse III, wie aus den diesbezüglichen Original-Angaben ersichtlich war, in 12 Tagen fertig war (15. V.—27. V. 1913). Und vieles läßt sich deshalb überhaupt nicht beurteilen, weil die Analysen-Verfahren nicht angegeben wurden.

Vergleich der Resultate.

Ammonium ist nach allen drei Analysen nicht vorhanden, wir haben es jedoch qualitativ und quantitativ unzweifelhaft festgestellt.

Lithium wird von I nicht angeführt, II gibt 0·4 *mg* an, III 3 *mg*; wir konnten nur 0·01 *mg* finden.

Ueber Kalium schweigt I, II gibt 5·5 *mg* an, III 4·8 *mg*; wir fanden 8·7 *mg*.

Natrium ist in I als „Alkalien (Natron)“ mit 14 *mg* angegeben, in II zu 26·7 *mg* und III zu 30·4 *mg*, im wesentlichen übereinstimmend mit unseren 27·9 *mg*.

Calcium ist nach I in der Menge von 132 *mg*, II 64 *mg* und III 108·6 *mg* vorhanden; unser Resultat ist 95 *mg*.

Baryum wurde bei I und II anscheinend nicht bestimmt, III gibt eine Spur davon an; wir fanden 0·47 *mg*.

Strontium wird bei I nicht erwähnt, II führt eine Spur an, III 4·6 *mg*; unser Resultat ist 0·01 *mg*.

Von Magnesium sind nach I 30·1 *mg*, II 28·8 *mg*, III 12·5 *mg* vorhanden; unsere Zahl, 22·9 *mg*, liegt auch hier wie bei Calcium dazwischen.

Eisen ist bei I nur als $Fe + Al$ angegeben, zu 3·2 *mg*, bei II mit 17·8 *mg* Fe, III 1·05 *mg*; unser kolorimetrisch erhaltenes Resultat, das mit dem gewichtsanalytischen sehr gut übereinstimmt, ist 0·54 *mg*. II wäre die Analyse einer Eisenquelle.

Aluminium ist in I nur als $Fe + Al$ mit 3·2 *mg* angegeben, in II mit 0·3 *mg* Al und in III mit 0·16 *mg*; unser Resultat von 0·2 *mg* ist damit gut übereinstimmend.

Mangan ist in I nicht angeführt, II gibt 0·77 *mg* an, III 0·32 *mg*; unsere Zahl nach kolorimetrischer Bestimmung ist 0·14 *mg*.

Schwefelwasserstoff ist in I zu 100·8 *mg* und als frei angegeben, in II mit 9·55 *mg*, in III mit 15·7 *mg* HS' und 1·2 *mg* freien H_2S; unsere Bestimmungen ergaben in sehr guter Uebereinstimmung untereinander 0·97 *mg* Gesamt-H_2S und durch Berechnung nach den Formeln des Deutschen Bäderbuches 0·44 *mg* H_2S frei und 0·51 *mg* HS gebunden.

Fluor fehlt in allen drei früheren Analysen und dürfte — falls überhaupt darauf geprüft wurde — wenn das Wasser nicht mit Chlorcalcium gekocht wurde, was ja wahrscheinlich ist, in Lösung verblieben und dadurch übersehen worden sein.

Von Chlor waren nach I 15·8 *mg*, nach II 7·9 *mg* und nach III 32·0 *mg* vorhanden; wir haben 9·0 *mg* gefunden.

Von SO_4 gibt I 24·6 *mg* an, II 30·2 *mg* und III 24·7 *mg*; unser Resultat, nach vorheriger Abscheidung des gesamten H_2S ist gut übereinstimmend 22·2 *mg*.

Kohlensäure führt I nur gebunden zu 102·7 *mg* an, fraglich, ob CO_2, CO_3 oder HCO_3 gemeint ist; die Gesamt-CO_2-Bestimmung ist wahrscheinlich nicht durchgeführt worden. In II sind 124·25 *mg* CO_2 frei angegeben und aus der Salztabelle normaler Karbonate ergeben sich durch Berechnung 172·1 *mg* CO_3 gebunden. III gibt 55·6 *mg* CO_2 frei und 147·25 *mg* HCO_3 gebunden an. Unsere untereinander übereinstimmenden Resultate führen zu 0·4044 *g* Gesamt-CO_2, was mit den anderen Daten und den Formeln des Deutschen Bäderbuches 79·6 *mg* CO_2 frei und 450·3 *mg* HCO_3 gebunden ergibt.

Die so kolossal abweichende Angabe von III über den Gehalt an HCO_3 ist keinesfalls auch nur annähernd richtig und hat auch damals nicht der Zusammensetzung des Wassers entsprochen. Das geht schon aus der Analyse selbst hervor, welche in der Ionentabelle

0·10864 *g* Ca und 0·14725 *g* HCO_3 angibt, in der Salztabelle für das Wasser aber 0·43612 *g* $Ca(HCO_3)_2$, eine Zahl, die bedeutend größer ist als die Summe der beiden ersten Posten, und die auch nicht annähernd erreicht wird, wenn man den Hydrokarbonatwert auf $Ca(HCO_3)_2$ umrechnet. Wenn man den angegebenen Calciumwert auf $Ca(HCO_3)_2$ umrechnet, so kommt man wohl auf dasselbe hinaus, aber dazu braucht man dann viel mehr Hydrokarbonat, als angegeben ist. Berechnet man durch Multiplikation des $Ca(HCO_3)_2$-Wertes mit 0·7525 die entsprechende HCO_3-Menge, so erhält man 0·43612.0·7525 = 0·3282 *g* HCO_3, also weit mehr, als angegeben ist. Und subtrahiert man dies vom Calciumhydrokarbonat, so erhält man 0·1079 *g* als entsprechenden Calciumwert. Dazu kommt noch, daß die in den entsprechenden Tabellen für HCO_3 angegebenen Millimol (1·206967) und *mg*-Aequivalente (2·413934) nicht gleich groß sind, sondern die letzteren aus den Millimol durch Multiplikation mit 2 gebildet wurden, wobei nicht nur dies falsch ist, sondern auch schon die Millimolzahl allein, da diese schon 2·414 betragen würde. Ferner sind die Summen der *mg*-Aequivalente der Kationen und Anionen nicht angegeben. Zählt man die Posten zusammen, so beträgt die Summe für die Kationen 8·0714 und für die Anionen 3·7914, anstatt der Annahme der Aequivalenz entsprechend völlig gleiche Summen zu ergeben! Die Differenz beträgt hier 4·2800 und zählt man diese vollständig zu dem für HCO_3 angegebenen *mg*-Aequivalentwert hinzu, so ergibt sich 6·6939, was wenigstens annähernd unserer Zahl entsprechen würde. Bezeichnend ist auch, daß die Summe der Posten der Ionentabelle fehlt; sie beträgt 0·40964 *g*, was nicht nur mit dem Abdampfrückstand (0·4360 *g*) gar nicht stimmt, sondern sonderbarerweise bedeutend niedriger ist; und was noch wichtiger und ärger ist, auch gar nicht mit der Summe der Wasser-Salztabelle (0·61212 *g*) stimmt. Das steht in sehr verdächtigem Kontrast zu der bedenklich glänzenden Uebereinstimmung zwischen Abdampfrückstand und Summe der Salztabelle des Abdampfrückstands, die schon deshalb falsch ist, weil die seltenen Erden darin überhaupt nicht verrechnet sind. Schließlich fehlt auch jede Angabe über die Bestimmung der Gesamtkohlensäure, so daß jede direkte Kontrolle ausgeschlossen ist. All dies macht es zur Sicherheit, daß bei der Berechnung des HCO_3 Kapitalfehler begangen wurden.

Kieselsäure gibt I in der Menge von 8·4 *mg* SiO_2 an, aus II ergeben sich 3·45 *mg* H_2SiO_3 in III sind 2·1 *mg* SiO_3 angegeben; wir erhielten (in der Platinschale) 11·45 *mg* H_2SiO_3.

Organische Substanzen sind in I als Spuren, in II überhaupt nicht, in III mit 9·12 *mg* Sauerstoffverbrauch zur Oxydation angegeben; unser Sauerstoffverbrauch betrug 0·45 *mg*.

Salpetersäure ist nach I und III nicht vorhanden, nach II in der Menge von 0·28 *mg* NO_3; wir haben Spuren gefunden.

Salpetrige Säure ist nach I und III nicht vorhanden, II führt sie nicht an; unsere Prüfungen sind gleichfalls negativ ausgefallen.

Brom und Jod werden von I und II nicht erwähnt, III gibt Spuren davon an, übereinstimmend mit unserem Resultat.

Thiosulfat wird von I nicht angeführt, aus II ergeben sich 17·7 *mg* S_2O_3, III gibt übereinstimmend mit unserer Untersuchung Spuren davon an.

Phosphorsäure wird von I nicht erwähnt, aus II ergeben sich 4·5 *mg* HPO_4, III gibt HPO_4'' und »HPO_3'« (was weder auf Metaphosphorsäure noch auch auf phosphorige Säure stimmt) zusammen mit 0·64 *mg* an; wir haben nur unbestimmbare Spuren gefunden.

Borsäure wird von II als in Spuren vorhanden angegeben, von III mit 6·8 *mg* HBO_2; wir fanden Spuren.

Titansäure wird nur von III angeführt, und zwar zu 1·2 *mg* „$HTiO_3$"; wir fanden mit Wasserstoffsuperoxyd nur Spuren.

Beryllium ergibt sich aus II zu 0·1 *mg Be*, III gibt 1·3 *mg* an; unsere Untersuchung ergab hiervon nichts.

Seltene Erden sind in II mit 0·3 *mg*, in III 1·1 *mg* angeführt; wir haben davon nichts gefunden.

Arsen ist in I nicht angegeben, aus II ergeben sich 22·76 *mg* $HAsO_4$, III führt 11·12 *mg* $HAsO_4$ an. Unsere Untersuchung wurde speziell in dieser Richtung mit besonderer Sorgfalt geführt, doch konnte bei der Prüfung auf verschiedene Arten, sowohl in 50 *l* Wasser als auch in dem Absatz kein Arsen festgestellt werden.

Das spezifische Gewicht wird von II zu 1·0005, in III zu 1·0006 angegeben; unser Resultat ist 1·0005.

Der Abdampfrückstand beträgt nach I bei 110° C getrocknet 0·3620 *g*, nach II bei 180° C getrocknet 0·4127 *g*, nach III bei derselben Trockentemperatur 0·4360 *g*; unser Resultat ist 0·4028 *g* bei 130° C getrocknet.

Zusammenfassend ist hervorzuheben, daß wesentliche Abweichungen wichtigster Bestandteile den Gehalt an Schwefelwasserstoff betreffen, welcher in der Neuanalyse bedeutend geringer gefunden wurde; ferner den Eisengehalt, welcher besonders gegenüber Analyse II viel geringer ist, und den Gehalt an gebundener Kohlensäure, der sich uns viel höher ergeben hat; schließlich auch Arsen, welches in den beiden vorhergegangenen Analysen in ziemlich großer Menge angeführt wird, bei unserer Analyse jedoch nicht vorhanden war. Im übrigen dürfte der Hauptcharakter der Quelle ziemlich konstant geblieben sein, wie aus den spezifischen Gewichten, welche sehr gut übereinstimmen, und den unwesentlichen Schwankungen des Abdampfrückstandes wahrscheinlich gemacht wird.

Von den Schwefelwasserstoffquellen Oesterreichs ist diesem Wasser am ähnlichsten zusammengesetzt diejenige von Groß-Latein in Mähren (Analyse von Faktora 1896, Oest. Bäderbuch). Zum Vergleich seien hier die wichtigsten Zahlen, bezogen auf 1 *kg* Wasser, nebeneinandergesetzt.

	Luhatschowitz		Gr.-Latein	
	Gramm	*mg*-Aequiv.	Gramm	*mg*-Aequiv.
Na	0·02788	1·2095	0·09080	3·939
Ca	0·09504	4·736	0·09767	4·868
Mg	0·02290	1·8802	0·03280	2·694
Cl	0·00902	0·2544	0·1410	3·979
SO_4	0·02222	0·4626	0·03787	0·7886
HS	0·0005080	0·015	0·001356	0·041
HCO_3	0·4503	7·381	0·4217	6·914
H_2S frei . . .	0·0004430	. . .	0·0003748	
CO_2 frei . . .	0·07964	. . . .	0·02288	
Summe der festen Bestandteile .	0·6593	. . . .	0·8524	
Summe der *mg*-Aequivalente .	. . . .	8·136	. . . . . .	11·723

Daraus zeigt sich als einziger belangreicherer Unterschied, daß die Quelle von Gr.-Latein mehr *Na* und *Cl* enthält, also mehr zu den schwach muriatisch-erdalkalischen Schwefelwasserstoff-Quellen hinneigt, während die Luhatschowitzer Quelle als schwach erdalkalische Schwefelwasserstoff-Quelle zu bezeichnen ist.

Meine Antwort in der Planifronsfrage.

II. Die niederösterreichischen Planifronsmolaren.

Von G. Schlesinger, Wien.

Mit 14 Abbildungen im Texte.

Einleitung.

Im II. Bande der „Paläontologischen Zeitschrift“ hat W. Soergel[1]) einen weitläufigen, seiner Meinung nach rechtskräftigen Beweis angetreten, um die Irrigkeit meiner Bestimmung der beiden, seinen Ansichten über die Abstammung des *Elephas antiquus Falc.* abträglichen *Planifrons*-Molaren aus Niederösterreich darzutun.

Es widerstrebt meinem Gefühle, in Fragen der Wissenschaft persönlich zu werden und ist sonst nicht meine Gewohnheit. Wenn ich im vorliegenden Falle trotzdem von diesem Grundsatz gelegentlich abweichen mußte, lag dies in der Notwendigkeit begründet, die Waffen, mit welchen Soergel kämpft, unverhüllt zu beleuchten. Das Interesse der wissenschaftlichen Objektivität verlangt es, daß die Atmosphäre der Tagesliteratur der Behandlung solcher Fragen fernbleibe.

Damit betrachte ich Soergels einleitende Zeilen bis auf eine nähere Erläuterung als erledigt.

[1]) W. Soergel, Das vermeintliche Vorkommen von *E. planifrons Falc.* in Niederösterreich. Paläont. Zeitschrift, II. Bd., H. 1. Berlin 1915. Die Widerlegung einer zweiten Streitschrift W. Soergels (Die Stammesgeschichte der Elefanten in Zentralbl. f. Min. Geol. u. Pal. Jgg. 1915, Nr. 6, 7, 8 u. 9, Stuttgart) siehe in ebendem Zentralblatt, Jgg. 1916, Nr. 2 u. 3, Stuttgart.

Weitere Bemerkungen des gleichen Autors in einer Arbeit über „die diluvialen Säugetiere Badens“ (Mitt. Großhzgl. geol. Landesanst. IX., 1. Heft, Heidelbg. 1914) sind Wiederholungen und bedürfen keiner Erörterung.

Ein kurzer Abriß dieser Arbeit ist in der Paläontolog. Zeitschrift (II. Bd., 2. Heft, Berlin 1916) unter dem Titel „Die Planifronsmolaren von Dobermannsdorf und Laaerberg in Niederösterreich“ erschienen.

Es war ursprünglich natürlich meine Absicht, diese sachlich sorgfältig durchgearbeitete Entgegnung als einzige in der Pal. Zeitschr. erscheinen zu lassen. Auf die Einsendung meines Manuskriptes teilte mir der Schriftleiter, Herr Prof. Dr. O. Jaekel, leider mit, daß einer Detailfrage nicht soviel Raum gegeben werden könne, ferner der II. Band voll besetzt sei und die Pal. Zeitschr. grundsätzlich nur Mitgliedern für größere Publikationen offen stehe.

Letztere betrifft den Abbruch des Briefwechsels zwischen ihm und mir:

Soergel schreibt: „Nachdem Schlesinger meinen Versuch, ihn über seine irrtümlichen Ansichten von der Wurzel des Elefantenzahnes aufzuklären[1]) auf eine in wissenschaftlichen Diskussionen immerhin ungewöhnliche Weise beantwortet hatte, brach ich den Briefwechsel aus leicht begreiflichen Gründen ab."

Nun! ganz so war die Sache allerdings nicht! In dem letzten Brief, den ich an Soergel gerichtet hatte, dessen Kopie vor mir liegt, teilte ich ihm mit, daß ich keine Hoffnung hege, auf diesem Wege zu einem gedeihlichen Ende zu kommen und fuhr fort:

„Das will mir einreden, daß wir eben nie zu einer Einigung kommen werden. Es wird nichts übrig bleiben, als daß Sie Ihre Argumente drucklich niederlegen und ich die meinen und wir der Mit- und Nachwelt es überlassen, den rechten Weg zu finden."

Es schien mir nicht unwesentlich, diese Angelegenheit, die Soergel in geheimnisvoller stilistischer Verkleidung aufführt, allgemein zugänglich zu machen.

Was das Sachliche anlangt, folge ich begreiflicherweise im großen und ganzen seiner Einteilung und behandle wie er:

1. Die Altersstellung der Terrassen von Dobermannsdorf und Laaerberg.

2. Die Artzugehörigkeit der Zahnfragmente und ihre paläontologischen Grundlagen.

1. Die Altersstellung der Terrassen von Dobermannsdorf und Laaerberg.

Allem zuvor mußte naturgemäß W. Soergel das mittelpliozäne Alter der beiden Terrassen, in welchen die Zahnreste gefunden worden waren, unbequem sein. Er ist daher bemüht, die Möglichkeit eines jüngeren Alters der Schotter glaubhaft zu machen. Inzwischen haben sich Tatsachen ergeben, welche wenigstens die eine der beiden Terrassen als ganz unzweifelhaft mittelpliozän festlegen.

Die Art, wie Soergel die Dobermannsdorfer Schotter „nach oben rückt", läßt seine Arbeitsmethode als ungewissenhaft erscheinen:

Zunächst setzt er sich über die Feststellung bedeutender Rollspuren und die dadurch bedingte Annahme einer sekundären Lagerung einfach damit hinweg, daß er die Momente, welche ich für eine sekundäre Lagerung der Reste aufgeführt habe, als „absolut nicht beweisend" erklärt, ohne sich mit ihnen weiter zu beschäftigen.

„Eine eingehende Erörterung der diesbezüglichen Ausführungen Schlesingers auf S. 91 seiner Arbeit I. erübrigt sich". (Soergel, l. c. S. 4.)

[1]) Bezüglich des Sachlichen aus der Wurzelfrage verweise ich auf S. 120 bis 127 dieser Arbeit.

Daß an dem Scapularest, wie ich (siehe Studien, l. c. S. 91, Fig. 1)[1]) eingehend dargelegt und mittels Abbildung erhärtet habe, ein im petrifizierten Zustand abgetrennter schmaler, plattiger Knochenteil die abgerollte Bruchfläche des größeren Teiles um ein mächtiges Stück überragt und dadurch eine sekundäre Lagerung unwiderleglich beweist, davon erwähnt er nichts.

„Füge ich hinzu", fährt Soergel (l. c. S. 5) dann fort, „daß Freudenberg, der die Schotterablagerungen der Gegend aus Autopsie kennt, die Schotter von Dobermannsdorf für altquartär erklärt hat, so wird man zugeben, daß bei der Bestimmung des gefundenen Zahnrestes ein bestimmtes geologisches Alter zugunsten dieser oder jener Altersbestimmung nicht in die Wagschale geworfen werden kann".

Auch hier berührt es Soergel nicht, daß W. Freudenberg in einer wirklich nicht leicht zu übersehenden Arbeit[2]) seine damals in einer Besprechung meiner Arbeit gemachten Aeußerungen vollauf widerrufen hat:

„Als ältesten Vorfahren der hier in Betracht kommenden Elefanten stellte G. Schlesinger[6]) den *E. planifrons Falc.* fest in mittelpliozänen Schottern des Wiener Beckens."

Dazu Fußnote[6]): „Der Fundort bei Dobermannsdorf liegt in einer höheren und älteren Terrasse wie das Vorkommen bei Dürnkrut a. d. March, von wo wir einen *Hippopotamus*-Rest erwähnen."

In ähnlich oberflächlicher Weise erörtert Soergel das Alter der Laaerberg-Terrasse. Ich kann es mir ersparen, seine Behauptungen, wie z. B. die von der „weiten Verbreitung der Diskordanz" zwischen den Kongeriensanden und den Schottern (l. c. S. 5) in ähnlicher Art wie oben zu charakterisieren. Er wird es wohl dem ortskundigen Geologen überlassen müssen, über Lagerungsverhältnisse ein stichhältiges Urteil abzugeben.

Auch die Sache mit dem „Mastodonmolaren", über den Soergel so leichtfüßig hinweggeht, ist wesentlich anders, als es nach seiner Darlegung scheint.

Als ich den Fund von *E. planifrons* aus dem Laaerbergschotter veröffentlichte, stand ich mitten in der Materialbearbeitung der überreichen Mastodonreste der Wiener Sammlungen. Damals hatte ich bloß die Molarenteile des Fundes aus der Laaerbergterrasse zur Altersbestimmung herangezogen.

Heute ist die sehr umfängliche Arbeit, welcher ein Material von vier mehr oder weniger vollständigen Schädeln, zahlreiche vollkommene Ober- und Unterkiefer, wie auch Stoßzähne und eine sehr große Zahl von Molaren der verschiedensten Spezies zugrunde lagen, zu Ende gediehen[3]).

---

[1]) G. Schlesinger, Studien über die Stammesgeschichte der Proboscidier. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A., Bd. 62, H. 1, S. 87. Wien 1912.

[2]) W. Freudenberg, Die Säugetiere des älteren Quartärs von Mitteleuropa etc. Geol. u. Pal. Abhdlgn. N. F. Bd. XII., H. 4, 5, S. 34 u. Fußnote 6.

[3]) G. Schlesinger, Die Mastodonten des k. k. naturhistorischen Hofmuseums. (Morphologisch-phylogenetische Untersuchungen.) Mit 36 Tafeln. Denkschriften des k. k. naturhist. Hofmuseums. I. Band. Geologisch-paläontologische Reihe. 1. Wien 1917.

Bei einer solchen Ueberfülle des Materials, welches ich noch durch eine Bearbeitung[1]) der reichen Bestände der Budapester Sammlungen, die viele Reste von *M. Borsoni* beherbergen, erweitern konnte, wird man mir wohl ein bindendes Urteil über Mastodonten zugestehen müssen.

Die Bestimmung ist aber in unserem Falle um so zuverlässiger zu treffen, als zwei sehr schöne obere Stoßzähne mit den Molarenresten gefunden worden waren.

Wir wissen, daß *M. tapiroides* nach aufwärts gekrümmte Stoßzähne mit einem an der konvexen Seite hinziehenden breiten Schmelzband, *M. Borsoni* dagegen völlig gestreckte, schmelzbandlose Inzisoren trug.

Die Zähne vom Laaerberg nehmen zwischen diesen beiden Arten, welche nach den Molaren allein als möglich in Betracht kommen, infolge ihrer Schmelzbandlosigkeit einer- ihrer noch deutlich feststellbaren Krümmung anderseits, eine ausgesprochene Mittelstellung ein.

Dazu kommen noch die unverkennbaren Uebergangsmerkmale an den Molaren, welche ich in meiner Arbeit (Ein neuerlicher usw. l. c. S. 715 ff.)[2]) wohl zur Genüge beleuchtet habe.

Ich kann begreiflicherweise hier nicht all das wiederholen, was ich in meiner Hauptarbeit über die „Mastodonten des k. k. naturh. Hofmuseums" gesagt habe und verweise auf meine Ausführungen und Abbildungen in diesem Werk. Doch hoffe ich hinlänglich deutlich die Momente, auf welche es ankommt, skizziert zu haben.

Die Art ist als

$$\textit{Mastodon}\ \frac{\textit{tapiroides Cuv.}^{3)}}{\textit{Borsoni Hays}}$$

d. i. als Uebergangsform zwischen beiden Spezies zu bezeichnen.

[1]) G. Schlesinger, Die Mastodonten der Budapester Sammlungen. (Eine morphologisch-phylogenetische Studie. (Geologica Hungarica, Bd. II, Budapest 1917. (Im Erscheinen begriffen.)

[2]) G. Schlesinger, Ein neuerlicher Fund von *E. planifrons* in N.-Oest. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A., Bd. 63, H. 4. Wien 1914.

[3]) Ich bezeichne Uebergangsformen mit einem Bruch, in welchem die Ausgangsform im Zähler, die Endform im Nenner steht. Dabei bin ich mir dessen bewußt, daß die Bruchform seinerzeit für die Bezeichnung von Hybriden mit in Vorschlag gebracht, nie aber gebraucht worden war. Die in diesem Falle naturgemäßere Multiplikationsform (z. B. *Tetrao urogallus* × *T. tetrix* hat sich für die Hybridenkennzeichnung eingebürgert.

Ich hoffe im Sinne vieler zu handeln, wenn ich mit der vorgeschlagenen Schreibweise endlich eine unzweideutige Ausdrucksform für Zwischentypen einführe. Die Bruchform dürfte sich noch besonders dadurch für diesen Zweck eignen, daß in ihr auch die größere Anlehnung an die Ursprungs-, bzw. Endart durch Sperrdruck des Zählers oder Nenners wiedergegeben werden kann. Die Uebergänge von *E. meridionalis Nesti* zu *E. trogontherii Pohlig* z. B. können, falls nötig, folgendermaßen dargestellt werden:

1. *Elephas meridionalis Nesti.*

2. $\textit{Elephas}\ \frac{\textit{meridionalis Nesti}}{\textit{trogontherii Pohlig.}}$

3. $\textit{Elephas}\ \frac{\textit{meridionalis Nesti}}{\textit{trogontherii Pohlig.}}$

4. $\textit{Elephas}\ \frac{\textit{meridionalis Nesti}}{\textit{trogontherii Pohlig.}}$

5. *Elephas trogontherii Pohlig.*

Derartige Uebergangstypen finden sich, wie ich gleichfalls in meiner Mastodontenarbeit eingehend nachgewiesen habe, lediglich im Unter- und untersten Mittelpliozän.

Nun begegnen wir, wie die Publikationen zahlreicher Autoren erhärtet haben, *M. Borsoni Hays* in seiner typischen Ausbildung bereits im Mittelpliozän. Die Art hält nach den Forschungen S. Athanasius[1]) in Rumänien noch in den unteren Abschnitten des Oberpliozäns an, wurde aber niemals mit *E. meridionalis*, der bekanntlich in Rumänien häufig ist, zusammen gefunden. Der Südelefant nimmt einen höheren Horizont ein. Auch ich fand diese Feststellung Athanasius an meinem ungarischen Materiale ausnahmslos bestätigt.

Wenn nun die Art *M. Borsoni Hays* im Mittelpliozän bereits in ihrer typischen Ausbildung vorhanden ist, ist es klar, daß wir der Uebergangsform im äußersten Falle in diesem Horizont begegnen können.

Wenn ich mich seinerzeit vorsichtig ausdrückte und die Grenzen zwischen unterem Mittelpliozän und basalem Oberpliozän offen ließ, obwohl die Belege für die nächstjüngere Arsenalterrasse, welche Soergel, wie so vieles, gleichfalls übergeht, das oberpliozäne Alter der Laaerbergterrasse mehr als unwahrscheinlich machten, so war dies lediglich ein Akt wissenschaftlicher Gewissenhaftigkeit, den Soergel offenbar nicht zu werten verstand.

Ich wollte erst meine eingehenden Untersuchungen über die Inzisiven von *M. tapiroides* und *M. Borsoni* und den Uebergangsformen abwarten, bevor ich mein für mich schon damals feststehendes Urteil hinausgab.

Daß ich den Zahn von *E. planifrons*, dessen Bestimmung heute, wie ich im folgenden zeigen werde, noch viel gefestigter zurechtbesteht als seinerzeit, mit zur Horizontierung des Schotters heranzog, wird jeder von unseren österreichischen Tertiärgeologen begreiflich finden, da er eben weiß, wie sehr man bei uns auf einen Beleg für das Alter der Flußterrassen von Wien durch sichergestellte Funde wartete. Heute kann ich auf diesen Hilfsbeleg verzichten.

Das mittelpliozäne Alter der Laaerbergterrasse und damit das oberpliozäne der ihr konkordant folgenden Arsenalterrasse steht außer allem Zweifel.

2. Die Artzugehörigkeit der Zahnfragmente von Dobermannsdorf und Laaerberg und ihre paläontolologischen Grundlagen.

Soergel beginnt den zweiten Teil seines Widerlegungsversuches mit folgenden Worten (l. c. S. 7):

„Da mir augenblicklich ein größeres Material von Zähnen des *El. meridionalis* zu speziellen Messungen nicht zur Verfügung steht, meine Notizen sowie entsprechende Literatur mir aber nicht zur Hand

[1]) S. Athanasiu, Tertiäre Säugetiere Rumäniens, I. An. Inst. geol. Rom. I. Bd., S. 187, Taf. I—XII. Bukarest 1908.

sind, so habe ich im folgenden meine allgemeinen Ausführungen über den Bau des Elefantenzahnes und die Bedeutung der einzelnen Merkmale vorwiegend mit Zahlen von den Zähnen des *El. trogontherii* von Süßenborn belegt."

In diesem Ausgangspunkt liegt die Quelle all der Fehler begründet, welche Soergel neben den gelegentlichen Ungenauigkeiten zur Bestimmung der beiden Zahnfragmente als *E. meridionalis Nesti* führten.

Begreiflich ist dieser Mißgriff aus der Erwägung, daß er überwiegend mit Materialien jüngerer Elefantenarten arbeitete und von den daraus gewonnenen Gesichtspunkten stets beeinflußt ist; verzeihlich ist er dagegen deshalb nicht, weil ein Autor, welcher in einer so wesentlichen Frage, noch dazu zu einer Widerlegung, das Wort ergreift, die Pflicht hat, auf der Basis des Materials Schlüsse zu ziehen, welches eben für die Beurteilung dieser Frage allein maßgebend sein kann: und dieses schließt mit der Spezies *E. meridionalis* nach oben ab.

Steht aber einem solchen Autor nicht das genügende Material zur Verfügung, so muß doch zum mindesten die Literatur als entsprechende Korrektur herangezogen werden, was Soergel, wie er selbst zugibt, eben nicht getan hat.

Soergel beliebt von seinen großartigen Materialstudien und seinen reichen Zahnserien gern zu sprechen und demgegenüber meine Arbeiten als „Literaturstudien" hinzustellen. Glaubt er denn wirklich, daß ich deshalb, weil ich in meiner kritischen Studie nicht ein Dutzend Zähne in Tabellenform oder in Abbildungen publiziert habe, Meridionalismolaren nur aus den Büchern kenne? Vielleicht werden ihn meine späteren Publikationen an Hand des Wiener und Budapester Elefantenmaterials, von welchen insbesondere letzteres reich an Archidiskodonten ist, eines Besseren belehren!

Im übrigen sei betont, daß meine Untersuchungen auf etwas anderes als Augenblickserfolge abzielen.

Ich habe seinerzeit meine kritischen Literaturstudien durchgeführt, um mich zunächst mit der gesamten Frage der Proboscidierstammesgeschichte auseinanderzusetzen und war mir dessen bewußt, daß möglicherweise die eine oder andere Lösung nur vorläufigen Charakter tragen könne. Ich bin auch gern bereit, dort nachzugeben, wo ich zufolge stichhältiger Beweise einen Irrtum meinerseits erkennen sollte.

Daß es mir eine gewisse Befriedigung bereitet, in dem überwiegend größten Teile der Fragen schon damals richtig gesehen zu haben, wie mir neuerdings meine Mastodonstudien bewiesen haben, ist selbstverständlich, auch bin ich keineswegs gesonnen, derartigen Gründen, wie sie Soergel aufführt, die Ergebnisse ehrlicher Forschung zu opfern.

Auf der eingangs erwähnten falschen Basis des Trogontherienzahnes und unter Einfügung weiterer noch zu erörternder Fehlerquellen, kommt Soergel schließlich zu dem Ende, daß zwei von diesen Charakteren, nämlich:

„1. die Zahnhöhe,

2. die Lamellenzahl (soweit man ihr in diesem Falle überhaupt Beweiskraft zuerkennen kann“ (l. c. S. 64)

gegen eine Bestimmung als *E. planifrons* und für eine solche als *E. meridionalis* sprechen, daß dagegen die übrigen „für beide Arten in gleichem Maße beweisend, bei einer notwendigen Entscheidung für eine der beiden Arten daher ohne Bedeutung sind“.

Da Soergel die zwei punktweise angeführten Merkmale als allein beweiskräftig bezeichnet, ziehe ich sie bei der Erörterung natürlich vor und folge nicht ganz seiner Einteilung.

I. Zahnhöhe.

Soergel geht von den Verhältnissen an dem bedeutend vorgeschrittenen $M_{\overline{3}}$ von *E. trogontherii* aus und findet, daß an einem Zahn mit x 16 x und einem zweiten mit x 19 x Jochen die Höhe der einzelnen Lamellen bis ungefähr zur x 9.[1]) von hinten zu-, dann wieder abnimmt. Die Höhenzunahme beträgt nach den Zahlen, welche er (l. c. S. 8) angibt, insbesondere hinsichtlich des Verhältnisses zwischen höchstem und letztem Joch (nicht Talon!) ziemlich bedeutende Werte (158 *mm* : 76 *mm*).

Nun mißt Soergel die Kronenhöhe eines Elefantenmolaren an der höchsten Lamelle in unangekautem Zustand.

In den seltensten Fällen ist aber die x 9. Lamelle (bzw. eine noch weiter vorn liegende) unangekaut erhalten. Er sieht sich daher genötigt, die ursprüngliche Höhe zu rekonstruieren.

Dazu verhilft ihm folgender Weg:

Er rechnet das Verhältnis der höchsten Lamelle zur letzten (die am längsten unangekaut bleibt) aus und ist natürlich imstande, auf dem Wege einer einfachen Multiplikation aus der letzten Lamelle (wenn diese unangekaut vorhanden ist) die absolute höchste Höhe innerhalb einer gewissen Schwankung zwischen Maximum und Minimum zu errechnen.

Nun findet er „auf Grund zahlreicher Messungen“, daß dieses Verhältnis für *E. trogontherii* $1^3/_4$—$2^1/_4$ beträgt. Der Vorgang dürfte für diese Art tatsächlich einwandfrei zu Recht bestehen.

Ganz anders steht es mit der Art, wie Soergel diese Verhältniswerte für *E. meridionalis* gewinnt, von der Methode, sie für *E. planifrons* „festzustellen“ gar nicht zu reden.

„Bei primitiveren Elefanten“, schreibt Soergel, nachdem er das oben angeführte Verhältnis für *E. trogontherii* gefunden hat, „ist der Unterschied nicht so bedeutend, die Höhenabnahme von den vor-

[1]) Die x 9. Lamelle von hinten ist bei Einrechnung des Talons (x) die 10.

deren nach den hinteren Lamellen allmählicher; doch beträgt bei *El. meridionalis* (Val d'Arno) die Höhe der höchsten Lamellen noch immer das $1^3/_5$- bis 2fache von der Höhe der letzten Lamelle."

Diese Angabe wird durch keinerlei Belege gestützt und ist gemäß der einleitenden Bemerkung des Autors, die ich an der Spitze des 2. Abschnittes dieser Arbeit wörtlich zitiert habe, offenbar bloß angenommen..

Denn wie kann ein Autor, der eben erklärt hat, es stehe ihm augenblicklich kein größeres Material des *E. meridionalis* zur Verfügung und seine Notizen wie auch entsprechende Literatur seien ihm nicht zur Hand, ohne weiteres ein für die ganze Frage so wesentliches Verhältnis mit der größten Bestimmtheit feststellen.

Eine Ueberprüfung dieser Zahlen an publiziertem und originalem Material erweist in der Tat ihre völlige Unrichtigkeit.

H. Falconer hat uns — man kann im Interesse der wissenschaftlichen Wahrheit nun wohl sagen glücklicherweise — in seiner Fauna antiqua Sivalensis (F. A. S., III, Pl. 14 *B*, Fig. 17 u. 17*a*, 18 u. 18*a*) zwei Meridionalismolaren überliefert, welche die Höhenverhältnisse der Krone des *E. meridionalis* sehr unzweideutig erkennen lassen.

Von den Molaren ist der eine in Seitenansicht und Daraufsicht, der andere bloß von oben auch in den Palaeontological Memoirs (Pal. Mem. Vol. II, Pl. 8, Fig. 1, 2 u. 3) nochmals abgebildet.

Ich reproduziere auf Seite 102 und 103 die vier Bilder in den beigefügten Textfiguren 1*a* u. *b* und 2*a* u. *b*.

Von den beiden Zähnen, von welchen der eine aus dem Val d'Arno, der andere aus dem Norwich Crag stammt, über deren Zugehörigkeit zu *E. meridionalis*[1]) die beigegebenen Abbildungen jedermann Aufschluß geben, ist der eine (Taf. 14 *B*, Fig 18 u. 18*a*) außerordentlich wenig abgekaut. Ich zitiere, um Mißdeutungen hintanzuhalten, den Wortlaut Falconers (Pal. Mem., Vol. I., pag. 448), es heißt dort von dem Molaren:

„It is represented one third of the natural size by the figs 18 and 18*a* of Pl. XIV *B*, under the misnomer already explained of *Elephas antiquus*, in the ‚Fauna Antiqua Sivalensis'. It is the last true molar, lower jaw, right side, showing eleven principal ridges, and anterior talon, and a back talon limited to a single thick digitation. The first five ridges are slightly worn, the rest being intact."

Es sind also an dem Zahn die vorderen 5 x Joche wenig angekaut, die hinteren x 6 dagegen völlig unangekaut.

Nehmen wir nun von dem Zahn nach der Abbildung die Maße ab[2]); sie betragen in $^1/_3$ natürlicher Größe vom hinteren Talon angefangen:

25, 32, 36, 38, 40, 41, 40·5, 39·5, 38, 37, 33, ? ?.

---

[1]) In der F. A. S. sind die Zähne irrtümlich unter der Tafelbezeichnung *E. antiquus* aufgeführt, der Fehler ist in den Pal. Mem. berichtigt.

[2]) Daß es für unseren Fall gleichgültig ist, ob ich alle Maße in natürlicher Größe oder in $^1/_3$ natürlicher Größe gebe, ist wohl leicht einzusehen. Auch die

Wir ersehen daraus, daß

1. die höchste Lamellenhöhe dieses Zahnes in der Gegend der x 5. Lamelle von rückwärts gelegen ist,

2. die Schwankungen der Höhenwerte mit Ausnahme des Talons sehr mäßig sind und

3. das Verhältnis zwischen höchster und letzter Lamelle 41 : 32 = **1·3** beträgt.

Wir müssen also diesen Wert und nicht, wie Soergel angibt, $1^3/_5$ = **1·6** als unterste Grenze für *E. meridionalis* annehmen.

Der zweite Zahn (F. A. S., Pl. 14 *B*, Fig. 17, 17*a* und Pal. Mem. Vol. II, Pl. 8., Fig. 2, pag. 3), ein $M_{\overline{3}}$ aus dem Val d'Arno ist gleichfalls nur wenig angekaut. Nutzspuren zeigen sich an den vordersten 6 x Jochen, die hinteren x 5 sind völlig intakt.

Nehmen wir auch hier wieder die Maße der einzelnen Höhen in $^1/_3$ natürlicher Größe ab, so finden wir von hinten nach vorn:

27, 32, 35, 37, 38, 40, 39, 37, 32, 25, 20, 14, ?.

Die höchste Höhe treffen wir wieder am x 5. Joch von hinten. Daß das x 6. Joch gleichhoch war ist möglich, aber nicht wahrscheinlich, da die Usur an diesem, wie die Abbildung (s. Textfigur 2*b*) zeigt, so minimal ist, daß sie wohl kaum 3 *mm* Schmelz entfernt haben dürfte.

Wir sehen also wieder, daß:

1. die größte Höhe ungefähr in der Zahnmitte liegt,

2. die Schwankungen der Höhenwerte sehr gering sind und

3. das gesuchte Verhältnis zwischen höchster und letzter Lamelle 40 : 32 = **1·3** beträgt.

Nehmen wir nun noch einen Molaren des Weithofer'schen *E. lyrodon*[1]) mit x 14 x Jochen vor. Er stellt die oberste Grenze der für *E. meridionalis* möglichen Lamellenformel dar. Der Molar, welcher aus Montecarlo stammt, ist an den vorderen 8 x Jochen angekaut; ein Blick auf die Abbildung lehrt, daß die 8. Lamelle gerade noch von der Usur berührt ist.

Die Maße betragen in $^2|_5$ natürlicher Größe von hinten nach vorne:

15, 25, 29, 32, 38, 39, 40·5, 40, 38·5, 37, 35, 32, 29, 26, 20, 10.

Nun folge ich — um die höchste Höhe dieses Zahnes zu erhalten — mit Rücksicht auf seine bedeutende Spezialisation und um nur ja nicht zu meinen Gunsten einen Wert anzunehmen, völlig dem, was Soergel selbst (l. c. S. 8) an einem Trogon-

---

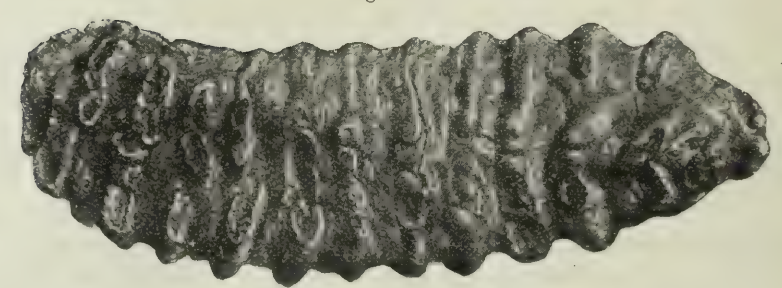
Tatsache, daß sich ein Lamellenhöhenwert in dem Maße ändert, als der Zahn mehr oder weniger parallel zu seiner Sagittalebene aufgenommen wird, bleibt für unseren Fall gegenstandslos, da ja die Verkürzung bzw. Verlängerung in gleicher Weise alle Joche betrifft. Das Bild ersetzt demnach für den vorliegenden Fall vollauf das Original.

[1]) K. A. Weithofer, Foss. Proboscidier d. Arnotales. Beitr. z. Geol. u. Pal. Oest.-Ung, Bd. VIII, Taf. XI, Fig. 1, 1*a*, S. 188, Wien 1890.


Figur 1 *a*.



Figur 1 *b*.



Textfigur 1.

Elephas (*Archidiscodon*) *meridionalis Nesti.*

$M_{\overline{3}}$ dext. (Vgl. dazu den Text auf Seite 100).

Fig. 1 *a*. Ansicht von der Seite, um die Nachprüfung der angegebenen Maße zu ermöglichen. — Fig. 1 *b*. Ansicht von der Kaufläche.

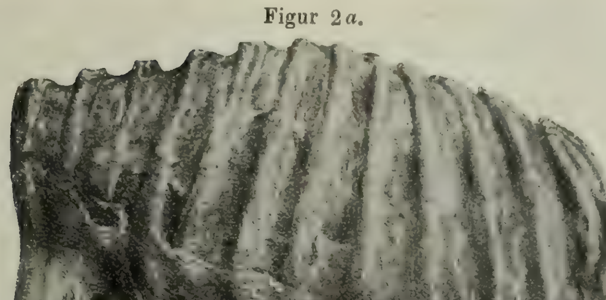
Fundort: Norwich Crag (England). — Horizont: Oberpliozän.

Wiedergabe: $^1/_3$ natürlicher Größe.

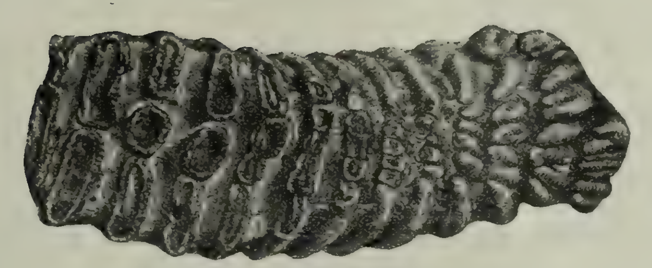
Die beiden Bilder sind Kopien nach H. Falconer: F. A. S., Pl. XIV *B*, Fig. 18 und 18 *a* und zeigen die verhältnismäßig geringen Unterschiede in der Höhe der Lamellen.

therienmolaren gefunden hat und sehe über die höhere Spezialisation dieses — x 16 x Joche! — hinweg. Soergel kommt (l. c. S. 8 u. 9) nach seiner Messung zu dem Schluß, daß die höchste Höhe für *E. trogontherii* mit x 16 x Jochen an der x 9. Lamelle von hinten gelegen ist. Uebertragen wir nun dieses Ergebnis — trotz der größeren Jochzahl des Trogontherienzahnes — um weitest entgegenzukommen, auf den Zahn von Montecarlo mit x 14 x Jochen: An diesem Molaren ist die x 6. Lamelle von hinten noch unangekaut.

Figur 2 *a*.



Figur 2 *b*.



Textfigur 2.

Elephas (*Archidiscodon*) *meridionalis Nesti.*

$M_{\overline{3}}$ dext. (Vgl. dazu den Text auf Seite 101).

Fig. 2 *a*. **Ansicht von der Seite. — Fig. 2** *b*. **Ansicht von der Kaufläche.**

Fundort: Val d'Arno (Oberitalien). — Horizont: Oberpliozän.

Wiedergabe: $^1/_3$ natürlicher Größe.

Beide Bilder sind Kopien nach H. Falconer: F. A. S., Pl. XIV *B*, Fig. 17 und 17 *a* und zeigen die verhältnismäßig geringen Unterschiede in der Höhe der Lamellen.

Der Höhenunterschied zwischen der x 6. und x 9., also höchsten, Lamelle am Trogontherienzahn mit x 16 x (l. c. S. 8) beträgt nach Soergel im Quotienten 158 : 149 = **1·06.**

Mithin wäre die höchste Höhe des Meridionalismolaren in $^2/_5$ natürlicher Größe — unter der Voraussetzung, daß für ihn die hochspezialisierten Verhältnisse des *E. trogontherii* gelten —

40·5 . 1·06 = 42 . 93 = **43.**

Der Verhältniswert zwischen höchster und letzter Lamelle betrüge also:

43 : 25 = **1·72**.

Dieser Maximalwert — als solcher hat er bei x 14 x Jochen zu gelten — stimmt nun recht gut mit dem Wert überein, welchen W. Soergel (l. c. S. 9) als tiefste Zahl für *E. trogontherii* erhalten hat, nämlich $1^3/_4 = $ **1·75.** Es ist ja auch von vornherein ganz klar, daß *E. meridionalis* als oberste Grenze den Wert einhalten muß, der das Minimum für *E. trogontherii*, seinen unmittelbaren Abkömmling, bildet.

Daß dieser Wert praktisch infolge der Hilfsannahme vom Trogontherienmolaren her zu hoch gegriffen ist, erweist die Messung an einem Originalmolaren von *E. meridionalis* im Budapester Nationalmuseum. Es ist ein $M_{\overline{3}}$ von Aszód (Inv. Nr. 50) mit x 14 x Jochen, von denen erst die vordersten drei angekaut sind. Die Lamellenhöhen betragen von hinten nach vorne:

34, 78, 92, 101, 102, 114, 117, 122, 123, 122, 120, 118, 107, 100, 93, 66.

Der Molar beweist:

1. daß die höchste Höhe selbst bei diesem vorgeschrittenen $M_{\overline{3}}$ in der Gegend des x 8. Joches, also nur wenig vor der Zahnmitte gelegen ist,

2. daß das Verhältnis zwischen höchster und letzter Lamelle 123 : 78 = **1·58** = **1·6** beträgt.

Die tatsächlichen Messungen erweisen nach alledem, daß Soergel das Verhältnis von $1^3/_5$ (= 1·6)—2 gänzlich willkürlich angenommen hat.

Die höchste Lamelle des *E. meridionalis* ist in Wahrheit 1·3—1·6, maximal **1·30—1·75** mal höher als die letzte.

Nun zu *E. planifrons!* Soergel schreibt (l. c. S. 9): „Bei *E. planifrons* dürfte dieses Verhältnis noch ein wenig zurückgehen, aber mindestens $1^2/_5$—$1^3/_5$ betragen.“

Da ihm nun keine Anhaltspunkte für diese Art zur Verfügung stehen, rechnet er den unteren Grenzwert mit Hilfe eines $M_{\overline{3}}$ von *Stegodon airawana Mart.* und meint, da *E. planifrons* in allen Merkmalen der Dentition fortgeschrittener sei als selbst die höchststehenden Stegodonten, müsse dies einen sicheren Aufschluß ergeben.

Dabei sind ihm zwei grobe Irrtümer unterlaufen:

1. Da ihm ein $M_{\overline{3}}$ augenblicklich nicht zur Verfügung steht, nimmt er einen Oberkiefermolaren, was bei dem ganz bedeutend stärker gekrümmten Kreisbogen, mit welchem letzte obere Molaren den unteren gegenüber aus dem Kiefer rücken, natürlich völlig irreführend ist.

2. Zudem übersieht er folgende zwei Momente:

a) Der herangezogene $M_{\overline{3}}$, den er in einer anderen Arbeit [1]) abbildet, trägt, wie auch aus der Zusammenstellung der Jochhöhenzahlen in der in Rede stehenden Studie (l. c. S. 10) ersichtlich

[1]) W. Soergel, Stegodonten a. d. Kendengschichten auf Java. Paläontogr. Suppl. IV., IV. Abt., 1. Liefg., Taf. I, Fig. 2*a*, *b*. Stuttgart 1914.

ist, x 11 x Lamellen, erreicht also in diesem Merkmal bereits die für *E. planifrons* oberste Grenze. Er kann daher an sich nicht für die Feststellung eines untersten Grenzwertes in Verwendung gelangen.

b) Die Molaren der Gattung *Stegodon* sind durch niedrige Lamellen ausgezeichnet, deren Schenkel (im sagittalen Durchschnitt gedacht) ganz bedeutend schräger gegen die Basis hin einfallen, mit anderen Worten, deren vordere und hintere Begrenzungsflächen nach unten viel mehr divergieren als es bei. *E. planifrons* der Fall ist.

Dadurch wird naturgemäß die Basis der ganzen Zahnkrone einem III. Molaren von *E. planifrons* mit der gleichen Jochzahl gegenüber erheblich verlängert.

Es ist ohne weiteres klar, daß ein Molar, welcher x 11 x Joche trägt, deren Schenkel nach unten hin stark auseinandertreten, gegenüber einem Zahn mit gleicher Jochzahl, aber steileren Schenkeln, in viel stärkerer Krümmung aus dem Kiefer herausrücken, also bedeutendere Höhenunterschiede der Joche aufweisen muß. In der Tat beweisen die von Soergel (Kendengschichten l. c. S. 7) selbst angegebenen Maße, wie außerordentlich die Krümmung ist. Während die Länge von Talon zu Talon (in der Luftlinie) gemessen **287** *mm* beträgt, ergab die Messung mit dem Bandmaß (also in der Krümmung) **330** *mm.*

Wir ersehen daraus, daß *Steg. airawana* in zweifacher Hinsicht in der Dentition ganz erheblich — allerdings in anderer Richtung als die jüngeren Elefanten — über *E. planifrons* hinaus spezialisiert ist.

Während bei dieser Art die Schmelzbüchsen an Zahl zunehmen (x 10 x — x 11 x) und gleichzeitig gemäß der allgemeinen Entwicklungstendenz der echten Elefanten verengert und erhöht werden, geht bei den Stegodonten die Lamellenzunahme Hand in Hand mit einem fast völligen Stillstand der Verengerung wie auch der Erhöhung der Joche vor sich.

Das sind zwei so grundverschiedene Vorgänge, daß es selbstverständlich ausgeschlossen ist, einen derartigen Stegodonzahn zur Errechnung eines Verhältniswertes für *E. planifrons* heranzuziehen, um so mehr, als ersterer dem Planifronsmolaren gegenüber in zweifacher Hinsicht spezialisiert ist.

Ein Molar von *Stegodon* könnte nur dann einer solchen Berechnung zugrunde gelegt werden, wenn erwiesen wäre, daß die betreffende Art entweder der unmittelbare Ahne des *E. planifrons* ist oder daß sie wenigstens sicher in seiner direkten Ahnenreihe gelegen ist. Nur nebenbei sei bemerkt, daß dieser Nachweis bis heute zuverlässig noch für keine einzige Stegodontenart erbracht, beziehungsweise überprüft ist.

Das von Soergel für *E. planifrons* angegebene Verhältnis zwischen höchster und letzter Lamelle ist

also gänzlich falsch und, wie die eben gemachten Erörterungen erwiesen haben, viel zu hoch.

Leider sind in der F. A. S. keine $M_{\overline{3}}$ von *E. planifrons* abgebildet, welche über diese Frage sicheren Aufschluß zu geben vermöchten.

Es ist dies für unseren Fall zwar kein großer Mangel, da wir ja in dem unteren Wert für *E. meridionalis* zugleich den obersten für *E. planifrons* vor uns haben. Doch wäre es mir deshalb erwünscht gewesen, weil Soergel daraus hätte lernen können, daß die Höhenzunahme der Krone des *E. planifrons* von hinten nach vorn eine derart geringe ist, daß sie bei einer Durchschnittsbewertung der Kronenhöhe — und mit einer solchen haben bis auf „Soergel vom Jahre 1915" alle Autoren gerechnet, welche Archidiskodontenmolaren verglichen haben, — kaum eine Rolle spielt. Uebrigens verweise ich ihn auf die Abbildung Figur 12, 12*a* der Pl. XII. (F. A. S.)

Bevor wir nun mit diesem Rüstzeug an die Höhenbestimmung der beiden niederösterreichischen Molaren schreiten, wollen wir doch noch einige Streiflichter auf die Art, wie Soergel mit seinen Werten die Höhenergänzung durchführt, werfen.

Nach Wiederholung (l. c. S. 11) der von ihm angenommenen Werte ($1^3/_5 - 2$ für *E. meridionalis* und $1^2/_5 - 1^3/_5$ für *E. planifrons*) fährt er fort:

„Wir wollen ein übriges tun und beide Werte zusammenziehen zu $1^2/_5 - 2$."

Damit erweckt er für den flüchtigen Leser den Anschein, als wollte er meinem Standpunkt entgegenkommen. In der Tat ist diese Zusammenziehung eine neuerliche Fehlerquelle, da ja die Höhe im Falle der Möglichkeit einer Bestimmung als *E. planifrons* viel zu bedeutend ausfallen muß. Wie irreführend diese Zusammenziehung ist, erhellt insbesondere daraus, daß Soergel aus beiden Höhenzahlen das Mittel zieht, was natürlich den Wert für *E. planifrons* erheblich steigern muß. Wir wollen also lieber „kein übriges tun" und mit den Werten ehrlich rechnen.

Mit Soergels Zahlen erhielten wir dann für den Dobermannsdorfer Zahn:

1. Für den Fall, als es *E. meridionalis* wäre, 70 . 1·6 = **112** *mm* als Minimum und 70 . 2 = **140** *mm* als Maximum.

2. Für den Fall, daß es *E. planifrons* ist, 70 . 1·4 = **98** *mm* als Minimum und 70 . 1·6 = **112** *mm* als Maximum.

Während es nun Soergel bei *E. meridionalis* recht gut verstanden hat, korrigierte Höhenwerte in Vergleich zu ziehen und darauf Rücksicht zu nehmen, ob die Molaren angekaut sind oder nicht, sieht er über diese Momente bei *E. planifrons* hinweg und bemüht sich nicht, die Originalwerte der F. A. S., beziehungsweise der Pal. Mem. heranzuziehen, sondern nimmt die von mir in meiner ersten Arbeit angeführten Maße als Vergleichsbasis.

Das erscheint mir denn doch als eine etwas zu ungenaue Methode; wir wollen uns daher zunächst die Höhenwerte von den in der F. A. S. publizierten $M_{\overline{3}}$ des *E. planifrons* auf eine richtige

Vergleichsbasis bringen, das heißt dort, wo es sich um angekaute Molaren handelt, die Höhe nach ebendem Schlüssel errechnen, nach dem Soergel den Dobermannsdorfer Zahn errechnet hat.

Dabei mache ich ausdrücklich aufmerksam, daß dies nicht die tatsächlichen Höhenwerte sind, weil ja Soergels Verhältniszahlen falsch sind. Es handelt sich jetzt nur um die Beleuchtung seiner Methode:

Der schon einmal erwähnte $M_{\overline{3}}$ (F. A. S., Pl. XII, Figur 12, 12*a*) ist von Falconer (Pal. Mem. Vol. I, S. 433) gemessen angegeben. Nach ihm beträgt die Höhe des 7. Joches „4 inches", das ist **101·6** *mm*.

Schon diese „Originalhöhe", welche an einem ziemlich weit rückliegenden und noch dazu etwas abgekauten Joch abgenommen ist, bleibt hinter dem Soergelschen Maximnm nur um **10·4** *mm* zurück.

Führen wir nun die Ergänzung durch: Die letzte Lamelle dieses Zahnes mißt in 1/3 natürlicher Größe (s. Pl. XII, Figur 12) 27 *mm*, im Original also 27 . 3 = 81 *mm*.

Der Maximalwert nach Soergel wäre mithin 81 . 1·6 = **129·6**, das Minimum 81 . 1·4 = **113·4** *mm*.

Das Maximum des Dobermannsdorfer Zahnes bliebe also hinter dem Maximum des sewalischen um 17·6 *mm*, hinter dem Minimum des sewalischen um 1·4 *mm* zurück.

Das Minimum des Dobermannsdorfer Zahnes bliebe sogar hinter dem am Original meßbaren Wert noch um 3·6 *mm* zurück. Man ersieht daraus, daß derartige Betrachtungen recht lehrreich sind!

Noch viel auffälliger wird der Erfolg, wenn wir den von Falconer (F. A. S., Pl. II, Figur 5*b* und Pal. Mem. Vol. I, p. 423) abgebildeten und beschriebenen $M_{\overline{3}}$ in Erwägung ziehen, an dem die Maße infolge der Tatsache, daß er im Längsschnitt dargestellt ist, besonders klar abzunehmen sind. Daß die hinterste Lamelle dieses Zahnes tatsächlich die letzte ist, geht aus der im folgenden zitierten Charakteristik Falconers (Pal. Mem. Vol. I, p. 423) hervor:

„Fig. 56. — *Elephas planifrons*. Vertical section of portion of last molar of lower jaw, with nine ridges, and presenting the same general characters as fig. 5*a*. The lower tooth, however, had been longer in use, and all the ridges are more or less worn, except the two last."

Uebrigens läßt auch der Höhenwert keinen Zweifel. Die letzte Lamelle mißt in 1/2 natürlicher Größe 44·8 *mm*, mithin in natürlicher Größe 89·6 *mm*. Der Maximalwert dieses Zahnes nach Soergel betrüge also 89·6 . 1·6 = 143·36 = **143·4** *mm*, der Minimalwert 89·6 . 1·4 = **125·44** *mm*.

Es fiele also selbst Soergels Berechnung für *E. meridionalis* (Max. 140 *mm*, Minim. 112) noch unter das Maximum dieses Molaren.

Nach diesem Exkurse wollen wir die tatsächlich möglichen Höhen mittels der von uns gewonnenen Zahlen errechnen:

Dabei betone ich, daß ich wieder, um den ungünstigsten Fall für meine Anschauung anzunehmen, für *E. planifrons* nur mit dem Maximum, welches zugleich das Minimum für *E. meridionalis* ist, rechne.

Der Zahn von Dobermannsdorf maß unangekaut:

1. Im Falle der Zugehörigkeit zu *E. planifrons* maximal: 70 . 1·3 = **91** *mm*.

2. Im Falle der Zugehörigkeit zu *E. meridionalis* maximal: 70 . 1·72 = **120·4** *mm*, minimal: **91** *mm*.

Der Zahn vom Laaerberg maß:

1. Im Falle der Zugehörigkeit zu *E. planifrons* maximal: 93 . 1·3 = 120·9 = **121** *mm*.

2. Im Falle der Zugehörigkeit zu *E. meridionalis* maximal: 93 . 1·72 = 159·96 = **160** *mm*; minimal: **121** *mm*.

Demgegenüber betragen die errechenbaren wirklichen Maximalwerte der beiden schon früher herangezogenen Molaren der F. A. S.:

1. Für den Zahn auf Pl. XII, Figur 12, 12*a*: 81 . 1·3 = **105·3** *mm*.

2. Für den Zahn auf Pl. II, Figur 5*b*: 89·6 . 1·3 = 116·48 = = **116·5** *mm*.

Der Dobermannsdorfer Zahn kommt nun selbst mit seiner Maximalberechnung als *E. meridionalis* (120·4 *mm*) um einen so geringen Wert (3·9 *mm*) über 116·5 *mm* zu stehen, daß wohl jede weitere Diskussion über ihn um so mehr ausscheidet, als sein Maximum als *E. planifrons* um 15·5 *mm* hinter dem für diese Art bekannten Maximum zurückbleibt.

Der Laaerberger Zahn ist mit seinem Maximum als *E. planifrons* (121 *mm*) bei dem bloß 4·5 *mm* betragenden Unterschied von 116·5 *mm* wohl um so eher mit dieser Art zu vereinigen, als wir ein Minimum von ihm nicht angenommen haben.

Sein Maximalwert als *E. meridionalis* (160 *mm*) aber erschien schon Soergel indiskutabel. Er glaubte mit 130—145 *mm* rechnen zu können und sah ein, daß bei so weiten Grenzen die Methode gänzlich unsicher werde (l. c. S. 12).

Er nimmt daher seine Zuflucht zu einem anderen Mittel und meint, daß sich eine Höhe von 140 *mm* aus der Kurve wahrscheinlich machen lasse, welche die Spitzen des letzten und vorletzten Joches verbindet.

Gegen diese Methode wäre an sich bloß einzuwenden, daß die Verbindung der Spitzen der beiden letzten Joche infolge des raschen Anstieges vom letzten zum vorletzten gegenüber dem von diesem zum drittletzten die tatsächliche Höhe etwas übertreiben muß; doch würde es sich um höchstens 10 *mm* handeln.

Leider aber hat Soergel die Kurve falsch gezogen und am letzten Joch die Spitze — wohl bloß irrtümlicherweise — viel tiefer angenommen als sie in Wirklichkeit liegt.

Wie meine Abbildung (Ein neuerlicher Fund usw. l. c. Tafel II) zeigt und übrigens auch die weniger gute Reproduktion Soergels (l. c. S. 35, Figur 7) erkennen läßt, ist die letzte Lamelle nach obenhin vor ihrer Kulmination durch eine sie etwas überlagernde Zementhaut verdeckt, kommt aber an der Spitze als schwarzer Fleck wieder zum Vorschein.

Dieses neuerliche Hervortreten ist auch an der Reproduktion Soergels ganz klar und deutlich erkennbar. Es wäre ja auch, wollte man die Spitze des Joches schon unter dem basalwärts gelegenen Rande der Zementhaut suchen, sehr merkwürdig, daß eine so mächtige Zementschicht über dem Joche lagern sollte.

Wieviel dieser von Soergel „abgezwickte" Spitzenteil ausmacht ist durch eine einfache Rechnung zu erkunden.

Die Höhe der von ihm (l. c. S. 37, Figur 8) gezeichneten x 1. Lamelle von hinten beträgt von dem kleinen nach oben einspringenden Knick der Kronenbasis (s. umstehende Textfigur 3, Meßpunkt *a*) bis zur Lamellenspitze (Meßpunkt *b*) genau 37·8 *mm.* Am Original gemessen beträgt die gleiche Strecke 93 *mm.* Die x 2. Lamelle mißt (von *c* bis *d*) in der Zeichnung 43 *mm*, im Original 98 *mm.*

Um die Messung vollständig einwandfrei durchführen zu können, wurde von mir folgender Weg eingeschlagen:

Der Zahn wurde in einen Kasten mit genau gleichhohen Seitenwänden derart gelegt, daß die Normale von der Spitze der x 1. Lamelle von hinten zu deren Basis, also ihre genaue Höhe, zur Liegefläche des Molaren parallel lag. Ueber die Seitenwände wurde ein System von parallel geschliffenen Spiegelglasplatten als Gleitfläche für die Schublehre derart gelegt, daß es die Zahnkrone zum Messen völlig frei ließ.

Nun wurde eine Schublehre mit oben längerem Greifarm bei entsprechender Vermehrung oder Verminderung der Glasplatten derart aufgelegt, daß sie mit dem oberen Arm die Lamellenspitze, mit dem unteren die Basis faßte.

Durch das Glasplattensystem war es möglich, die Verschiebung der Schublehre nach linhs und rechts bei der Höhenabnahme der weiteren Lamellen stets in der Ebene durchzuführen, in welcher die Höhe der x 1. Lamelle abgenommen worden war.

Dieser Apparat wurde bei allen weiteren erwähnten Messungen angewendet. Er ist deshalb nötig, weil eine geringe Verschiebung der Höhenebene der Lamellen ganz andere Werte ergibt.

Die oben herangezogenen Werte von 93 *mm* und 98 *mm* werden bei einer geringen Neigung zu 91 *mm* und 96 *mm.* Wird nun die Messung aus freier Hand vorgenommen, dann kann es leicht vorkommen, daß bei geringer Abweichung, die glatt übersehen wird, Werte von 93 und 96 oder 91 und 98 vereinigt werden.

Nun läßt sich eine sehr einfache Proportion aufstellen. Mag Soergels Abbildung, in welcher Verkleinerung immer gehalten sein, die von ihm zu zeichnende Höhe der x letzten Lamelle muß sich zur



Textfigur 3.

Erklärung zu nebenstehender Textfigur 3.

Soergels Rekonstruktion des $M\overline{3}$ sin vom Laaerberg (Niederösterreich) nach Richtigstellung der fälschlich erniedrigten letzten Lamelle.

a—b = die von Soergel angenommene falsche Höhe der letzten Lamelle (= 37·8 *mm*).
a—b₁ = die richtige Höhe (= 40·8 *mm*).
c—d = die Höhe der vorletzten Lamelle (etwas abgekaut) im Verhältnis 1 : 2·28 natürlicher Größe.
c—d = die von Soergel angenommene ergänzte Höhe.

Die Gerade $b_1 - d_1$ zeigt, um welchen bedeutenden Wert (13·5 *mm* bei 1 : 2·28 natürlicher Größe) die Zahnhöhe infolge der Richtigstellung des Fehlers erniedrigt wird. Die unterbrochene Linie stellt die ausgezogene obere Begrenzung dar.

In eine vom Verlage Bornträger freundlichst zur Verfügung gestellte Kopie der Soergelschen Textfigur 8 (l. c. S. 37) gezeichnet.

Verkleinerung: 1 : 2·28.

---

wahren Höhe ebenso verhalten wie die gezeichnete Höhe der x vorletzten zu ihrer wahren:

$$x : 93 = 43 : 98$$

$$x = \frac{93 \;.\; 43}{98} = \mathbf{40 \cdot 8}\ mm.$$

In dieser Höhe von 40·8 *mm* (und nicht mit 37·8 *mm*) hätte Soergel wahrheitsgemäß die letzte Lamelle zeichnen müssen.

Dieser Unterschied von 3 *mm* in der Zeichnung entspricht in Wirklichkeit — infolge der von ihm angewendeten Verkleinerung von 1 : (98 : 43) = 1 : 2·28 — einem Wert von 3 . 2·28 = **6·84** *mm*, der bei einer Spitzenentfernung der beiden Jochenden von bloß 2·5 *cm* auf die Steigung der Verbindungskurve natürlich von enormem Einfluß ist.

Dies läßt sich an der Soergelschen Zeichnung (s. Textfigur 3) recht sinnfällig machen:

Setzen wir an die Linie *b* die fehlenden 3 *mm* an und verlängern die Verbindungslinie zwischen diesem neugewonnenen richtigen Kulminationspunkt *b'* mit der Spitze *d'* der von Soergel ergänzten vorletzten Lamelle als Gerade nach vorn, so wird die Höhe der höchsten Lamelle in seiner Rekonstruktion — d. i. die x 8. — um **13·5** *mm* verringert.

Diese 13·5 *mm* entsprechen in Wirklichkeit (gemäß der oben festgestellten Verkleinerung) 13·5 . 2·28 = 30·78 = **31** *mm*.

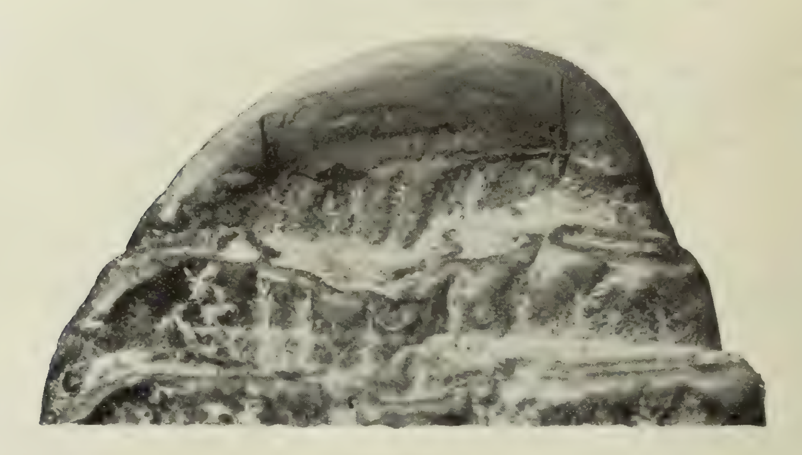
Die angenommene Höhe von 140 *mm* erniedrigt sich also bloß durch die Korrektur dieses Fehlers auf **109** *mm*.

Dieser Wert ändert sich insofern etwas zugunsten Soergels, als durch die richtige Linienführung nun nicht die x 8., sondern schon die x 7. Lamelle die höchste wird. Der von ihr abgetrennte — den 13·5 *mm* an der x 8. entsprechende — Teil mißt in seiner Zeich-

Zeichnung (s. Textfigur 3) 11·4 *mm*, mithin in natürlicher Größe 11·4 . 2·28 = 25·992 = 26 *mm*.

Mithin beträgt die Höhe, wenn wir davon absehen, daß die x 7. Lamelle nicht voll 140 *mm* mißt, 140 — 26 = **114** *mm*.

Soergel hätte also bei gewissenhafter Rekonstruktion selbst zu dem Werte kommen müssen, der beileibe nicht die höchste errechenbare Höhe für *E. planifrons* darstellt, sondern sogar noch hinter dem tatsächlichen



Textfigur 4.

Elephas (Archidiscodon) planifrons Falc.

Drittletztes Joch des $M_{\overline{3}}$ vom Laaerberge mit Plastelinergänzung der abgekauten Teile.

Die geritzten Striche im Plastelin entsprechen den Fortsetzungen der Haupttrennungsspalten zwischen den Außenpfeilern und dem Mittelpfeiler.

Fundort: Laaerberg (Wien X). Ziegelei Löwy.

Horizont: Laaerbergschotter. Mittelpliozän.

Wiedergabe: Natürliche Größe. (Originalaufnahme.)

(aus Zähnen der F. A. S. erkundbaren) Höhenwert von **116·5** *mm* um **2·5** *mm* zurückbleibt.

Um nun hinsichtlich der Höhenrekonstruktion ganz sicher zu gehen, habe ich an dem Original das x vorletzte und x drittletzte Joch in Plastelin ergänzt. Der Abkauungsgrad der beiden Lamellen ist ein derartiger, daß an beiden Seiten die Neigung der Joche völlig klar die Stärke ihrer Konvergenz nach oben erkennen läßt. Dadurch war es möglich, die Ergänzung zuverlässig durchzuführen. Die Leser mögen an der beigegebenen Textfigur 4, welche die Plastelinergänzung des drittletzten Joches zeigt, den Grad dieser Zuverlässigkeit selbst beurteilen.

Bemerkt sei noch, daß die Ergänzung der Form nach auf Grund der Krümmungsverhältnisse durchgeführt wurde, wie sie die beiden von Soergel (Ueb. *E. trogonth.* und *E. ant.* usw. Paläontogr. Bd. LX, S. 10 und 11, Figur 7 und 8, Stuttgart 1912) abgebildeten Meridionalis-Lamellen zeigen, soweit nicht der Verlauf der Seitenwände geringfügige Abweichungen forderte.



Textfigur 5.

Elephas (Archidiscodon) planifrons Falc.

$M_{\overline{3}}$ sin. vom Laaerberge mit Plastelinergänzung der abgekauten Teile des drittletzten und vorletzten Joches.

Fundort und Horizont wie bei Textfigur 4.

Wiedergabe: genau $^1/_2$ natürlicher Größe.

(Originalaufnahme. Ueber die Art der Aufnahme vgl. S. 113/114.)

Um nun die Höhe völlig einwandfrei erkunden zu können, ließ ich den Zahn mit den beiden rekonstruierten Lamellen (s. Textfigur 5) genau in $^1/_2$ natürlicher Größe aufnehmen.

Die Aufnahme, welche begreiflicherweise bedeutende Schwierigkeiten bereitete, ist bis auf den einen kleinen Fehler geglückt, daß die Ebene, welche normal auf die Zahnkronenbasis durch die Höhe der x letzten Lamelle zu denken ist, um ein Geringes von der Bildebene nach oben divergierte. Dadurch erscheinen die Höhen der drei letzten Lamellen und des Talons um je 2 *mm* im Bilde verkürzt.

Während sie nach der früher geschilderten peinlich genauen Messung am Original von hinten an: 72, 93, 103, 105 betragen, sind ihre Maße (s. die Meßpunkte in Textfigur 5) in $^1/_2$ natürlicher Größe

35, 45·5, 50·5, 51·5,

was einer natürlichen Größe von

70, 91, 101, 103

entspräche.

Bei der großen Mühe, welche eine derartige Aufnahme macht, wird man es mir vergeben, wenn ich das Bild trotzdem verwende.

Ein Irrtum ist nach Klarlegung des Fehlers nicht möglich. Es ist einfach zu jeder am Bilde gemessenen vertikalen Strecke nach erfolgter Multiplikation mit 2 noch ein Wert von 2 *mm* zuzuzählen.

Wenn wir nun eine Höhenrekonstruktion durchführen, werden wir bei der Tatsache, daß die Höhenunterschiede der hintersten Lamellen bedeutender sind als die der weiter vorn gelegenen, natürlich richtiger die Verbindungslinie zwischen vorletztem und drittletztem als die zwischen letztem und vorletztem Joch ziehen.

Die Tatsächlichkeit dieses Steigungsunterschiedes ist, ganz abgesehen von den Planifrons- und Meridionalismolaren, sogar an den beiden von Soergel (l. c. S. 8) gemessenen Trogontherienmolaren nachweisbar.

Am ersten Zahn, mit x 16 x, beträgt der Unterschied zwischen:

der letzten und 2. Lamelle . . .	105	— 76	= 29 *mm*
„ 2. „ 3. „ . . .	119	— 105	= 14 *mm*
„ 3. „ 4. „ . . .	132	— 119	= 13 *mm*
„ 4. „ 5. „ . . .	143	— 132	= 11 *mm*
„ 5. „ 6. „ . . .	149	— 143	= 6 *mm*
„ 6. „ 7. „ . . .	155	— 149	= 6 *mm*

usw.

Am zweiten Zahn, mit x 19 x, beträgt er zwischen:

der letzten und 2. Lamelle . . .	89	— 70	= 19 *mm*
„ 2. „ 3. „ . . .	101·5	— 89	= 12·5 *mm*
„ 3. „ 4. „ . . .	109	— 101·5	= 7·5 *mm*
„ 4. „ 5. „ . . .	114	— 109	= 5 *mm*

usw.

Eine geradlinige Verbindung von zwei Jochspitzen kommt also der wirklichen Kronenhöhe um so näher, je weiter vorn sie gelegen ist.

Dabei darf allerdings nicht vergessen werden, daß untere M_3 vor der größten Höhe auch im unangekauten Zustand an der Kronenbasis, wie an der Kaufläche nach aufwärts geschwungen sind, weiter vorn liegende Spitzen also diesen Teil bei geradliniger Verbindung mehr oder weniger schneiden müssen.

Grundsätzlich ist dies deshalb weniger von Bedeutung, da der Schwung nach oben naturgemäß — infolge der aufsteigenden Basalkurve der Krone — eben stets vor der höchsten Höhe liegt.

Ziehen wir nun in unserer Textfigur 5 die Verbindung zwischen den beiden ergänzten Spitzen und verlängern geradlinig nach vorn, so erhalten wir folgende Höhenwerte [1]):

	in $^1/_2$ nat. Größe	in nat. Größe
4. Lamelle . .	52 *mm*	(52 × 2) + 2 = 106 *mm*
5. „ . .	52 „	(52 × 2) + 2 = 106 „
6. „ . .	52 „	(52 × 2) + 2 = 106 „
7. „ . .	51 „	(51 × 2) + 2 = 104 „
8. „ . .	47 „	(47 × 2) + 2 = 96 „

Wir müssen also mit einem maximalen Höhenwert von **106** *mm* an dem $M_{\overline{3}}$ vom Laaerberg rechnen.

Diese Zahl fällt so vollständig in die Höhenwerte, welche wir aus der F. A. S. kennen und früher erörtert haben, und bleibt so vollständig hinter den untersten möglichen Grenzen für *E. meridionalis* zurück, daß schon aus diesem Merkmal allein die Spezieszuteilung sicher durchführbar wäre.

Bevor ich zur Lamellenformel und Rekonstruktion des Zahnes übergehe, noch ein Wort über die mit vieler Hitze und Empörung vorgetragene Bemerkung W. Soergels (l. c. S. 14), ich hätte die Höhe des letzten unangekauten Joches für die höchste Höhe des Zahnes überhaupt gehalten.

Wie ich schon früher betonte, haben bis auf „Soergel vom Jahre 1915“ alle Autoren mit durchschnittlichen Höhenwerten gerechnet. Daß diese Art Höhe, bei Archidiskodonten mit weniger Umständen abzunehmen ist, als bei höheren Elefanten, hätte Herrn Kollegen Soergel klar sein können, da er doch „reiche Zahnserien von *E. meridionalis* des Val d'Arno“ zur Verfügung hatte.

Ist nun der geringe Unterschied der Lamellenhöhe schon bei ursprünglichen $M_{\overline{3}}$ von *E. meridionalis* kenntlich, so hätte ein Studium der F. A. S. ihn darüber vollends belehren können, wie wenig diese Unterschiede bei *E. planifrons* ins Gewicht fallen.

Ich verweise übrigens diesbezüglich bloß auf die von mir in dieser Arbeit zitierten Molaren des *E. planifrons* und auch *E. meridionalis* aus der F. A. S.

---

[1]) Die 4., 5. und 6. Lamelle springen nach unten mit Schmelzzipfeln vor. Es ist klar, daß diese Bildungen nicht bei der Höhenfeststellung eingerechnet werden können. Uebrigens bleibt auch ihr Wert innerhalb der Grenzen für *E. planifrons*.

Unter Einrechnung dieser Zipfel betrügen die Abstände:

	in $^1/_2$ nat. Größe	in nat. Größe
4. Lamelle	56·5 *mm*	(56·5 × 2) + 2 = 115 *mm*
5. „	56 „	(56 × 2) + 2 = 114 „
6. „	55 „	(55 × 2) + 2 = 112 „

Ich habe mit vollem Bewußtsein der geringen Wertunterschiede — da ja nur *E. planifrons* oder ein sehr ursprünglicher *E. meridionalis* in Frage kam — eine Höhenrekonstruktion unterlassen und die tatsächlichen Messungen den gleichfalls tatsächlichen Messungen verschiedenster Molaren beider Formen gegenübergestellt.

Ich hoffe, daß sich die Aufregung des Herrn Kollegen Soergel über diese meine Unterlassung um so rascher legen wird, als er ja nun Gelegenheit hat, seine von der intensiven Beschäftigung mit den höheren Elefanten her stark aus dem objektiven Gleichgewicht gebrachten Anschauungen über die Zahnverhältnisse der Archidiskodonten wieder in Ordnung zu bringen.

2. Die Lamellenformel und ihre Ergänzung.

Soergel sind bei seiner Art die Höhen der beiden in Rede stehenden Molaren zu erkunden, eine Zahl von sehr wesentlichen Fehlern unterlaufen:

1. Die Verhältniszahl zwischen höchster und letzter Lamelle für *E. meridionalis* beträgt nicht 1·6—2, sondern 1·3—1·6.

2. Das Minimum dieses Wertes für *E. planifrons* ist aus einem $M\frac{3}{}$ von *Steg. airawana* errechnet und daher falsch.

3. Dies erhellt aus der Tatsache, daß letzte obere Molaren einen größeren Krümmungsbogen, daher naturgemäß größere Unterschiede der Jochhöhen aufweisen als untere.

4. Es geht ferner aus dem Umstande hervor, daß *Steg. airawana* in zweifacher Hinsicht über *E. planifrons* spezialisiert ist:

a) durch seine hohe Lamellenzahl, die mit x 11 x das Maximum für *E. planifrons* bedeutet;

b) durch die von *E. planifrons* gänzlich verschiedene Weiterbildung seiner Joche, welche den im Punkte 3 namhaft gemachten Fehler noch vergrößert.

5. Zudem hat Soergel die rekonstruierten Höhen mit unrekonstruierten der F. A. S. verglichen.

6. Schließlich hat er bei der Höhenbestimmung des Laaerberger Zahnes durch die den Tatsachen widersprechende Verkürzung der letzten Lamelle um 6·84 *mm* das Maximalmaß von **114** *mm* auf **140** *mm* erhöht.

Diesen bei einem Widerlegungsversuch und in einer wissenschaftlichen Streitfrage um so schwerer einzuschätzenden Irrtümern gegenüber hat unsere auf Grund einwandfreier Plastelinrekonstruktion der zwei vorletzten Lamellen aufgebaute Höhenbestimmung den maximalen Höhenwert weiter auf **106** *mm* erniedrigt.

Beide Zahlen (114 und 106 *mm*) fallen vollauf unter das mögliche Minimum für *E. meridionalis*. Wir werden also von vornherein keine höhere Lamellenformel als x 11 x erwarten dürfen.

Dies bestätigt sich selbst unter der Annahme, daß Soergels Weg zur Rekonstruktion des Stückes — bis auf die oben beleuchtete

Erniedrigung der Spitze der letzten Lamelle um 6·84 *mm* — richtig gewesen wäre.

Wie die Textfigur 3 (s. S. 110) durch den eingezeichneten Verlauf der korrigierten Höhenlinie zeigt, werden infolge der notwendigen Korrektur von 140 *mm* auf 114 *mm* glatt 2 Lamellen des Vorderendes des Zahnes abgeschnitten.

Die Bedingtheit dieses Verlustes ergibt übrigens auch die bloße Erwägung der Tatsache, daß die höchste Höhe von der x 8. auf die x 7. Lamelle infolge der Fehlerkorrektur zurückgerückt werden mußte, eine Entfernung, welche die Breite der beiden vordersten Joche samt Zementintervallen noch übertrifft.

Damit aber sinkt der Zahn — ganz abgesehen von der nötig werdenden Längenreduktion — auf eine Lamellenformel von x **11** oder praktisch x **10** x Jochen herab. Wir sehen also wieder, daß Soergel bei gewissenhafter Arbeit selbst auf die Unmöglichkeit seiner Resultate hätte kommen müssen.

Seine Lamellenrekonstruktion mußte schon umso unrichtiger ausfallen, als auch seine Annahme, die größte Höhe des $M_{\overline{3}}$ von *E. meridionalis* liege im vordersten Zahndrittel, nicht den Tatsachen entspricht, ja nicht einmal seine eigenen Erfahrungen am Trogontherienmaterial zu ihr berechtigen.

Bei dem ersten von ihm herangezogenen Trogontherienmolaren (l. c. S. 8) mit x 16 x Jochen liegt die höchste Höhe an der x 9. Lamelle von hinten, vor ihr liegen 7 x Lamellen. Bei dem zweiten Zahn mit x 19 x liegt sie an der x 11. Lamelle von hinten, vor ihr sind also 8 x Joche. Wäre die höchste Höhe wirklich im vorderen Drittel, so müßte sie am ersten Zahn wenigstens in der Gegend der x 12. Lamelle von hinten, am zweiten in der Gegend der x 14. zu finden sein.

Diese drei Joche samt drei Zementintervallen sind schon am Trogontheriimolaren, für den wir einen Durchschnitts-L. L. Q. von 17·5 (Soergel, l. c. S. 36) annehmen müssen, ein nicht zu unterschätzender Wert von 17·5 . 3 = **52·5** *mm.*

Es ist klar, daß die bloße Uebertragung dieses Fehlers auf *E. meridionalis* bei dem viel größeren L. L. Q. dieser Art stark irreführend ist. Nun verschiebt sich aber, je weiter wir in der Ahnenreihe der Elefanten zurückgehen die Lage der höchsten Lamelle immer weiter nach rückwärts. Wie wir an den beiden Meridionalismolaren der F. A. S. (s. S. 101) ersehen konnten, liegt bei dieser Form der höchste Punkt ungefähr in der Mitte des Zahnes.

Eine zuverlässige Rekonstruktion wird sich demgegenüber vor allem aufbauen müssen:

1. Auf der unter Zugrundelegung der Verbindungslinie zwischen x vor- und x drittletztem Joch erschlossenen tatsächlichen Höhe von 106 *mm.*

2. Auf der Erfahrung, daß die höchste Kronenhöhe bei Archidiskodonten ungefähr in der Mitte, eher noch weiter rückwärts (s. die Zahlen der beiden Meridionalismolaren auf S. 100/101) gelegen ist.

Mit Hilfe dieser zwei Prämissen sind wir in der Lage, die Länge des intakten Zahnes festzulegen:

Seine höchste Höhe von 106 *mm* betrifft 3 Joche, das x 4., x 5. und x 6. Vor ihnen tragen die ersten beiden stärkere Basalzacken (s. Textfigur 5) und sind absolut genommen die höchsten.

Nun sehen wir, um nicht pro domo zu handeln, davon ab, daß die höchste Höhe am x 4. Joch gemessen wurde und nehmen das Maß der halben Länge vom hinteren Talonende bis zum Beginn der Hinterwand der x 5. Lamelle, statt wie es richtig wäre, den vorderen Meßpunkt in den Zementzwischenraum zwischen x 4. und x 5. Joch anzunehmen: wir erhalten so als halbe Länge **140** *mm*. Mithin hatte der Zahn vollständig 280 *mm* gemessen. Ich hatte mich also bei meiner ersten Publikation in der mutmaßlichen Längenbestimmung um ganze 10 *mm* geirrt!

Die Länge des erhaltenen Restes beträgt 233 *mm*, mithin sind 280 — 233 = **47** *mm* zu ergänzen.

Wieviel Lamellen verteilen sich auf diese 47 *mm*?

Soergel hat (l. c. S. 24—29) des längeren auseinandergesetzt, daß der L. L. Q. in dem Maße wachse, als der Zahn in der Abkauung fortschreitet. Ich komme noch auf diese Frage zurück. Für unseren Fall wollen wir vorläufig, um Soergel weitest entgegenzukommen, mit dem von ihm errechneten L. L. Q. von 23·0 für die vorn fehlenden Joche die Verteilung vornehmen:

Mit der Annahme von zwei Lamellen haben wir bereits unseren Zahlenvorrat erschöpft (2 . 23 = 46 *mm*) und es bleibt uns nur 1 *mm* übrig.

Wir sind also selbst bei der Voraussetzung, daß die Werte von Joch + Zementintervall nach vorn etwas abnehmen, nicht imstande, einen vorderen Talon im Rekonstruktionsbild zu rechtfertigen: die Lamellenformel bleibt nach wie vor x **10**.

So stellt sich die Frage der Lamellenergänzung wahrheitsgemäß dar.

Freilich! wenn man auf Grund von mehr als sechs falschen Voraussetzungen einen Zahn ergänzt, dann kann man immerhin auch zu einer Länge von 326 *mm* und einer Formel von x 12 x gelangen.

Mit der Festlegung der Höhe von 106 *mm* Maximum (unangekaut) und der Formel von x 10 bei einer Länge von 280 *mm* ist die Bestimmung des Zahnes als *E. planifrons* außer allem Zweifel.

Bevor ich weitergehe, um noch einige Soergelsche Argumentationen, die allerdings für die Bestimmung nichts mehr entscheiden, zu beleuchten und durch ihre Widerlegung Streiflichter auf die Richtigkeit meiner Bestimmung rückfallen zu lassen, will ich mit einigen Bemerkungen die in Textfigur 6 und 7 (s. S. 119) dargestellte Rekonstruktion in Gips und Plastelin erläutern.

Auf Grundlage der gewonnenen, eben geschilderten Ergebnisse hinsichtlich Höhe, Länge und Lamellenzahl wurden zunächst die Lamellen, soweit in Resten vorhanden, über einem Gipsabguß



Textfigur 6.

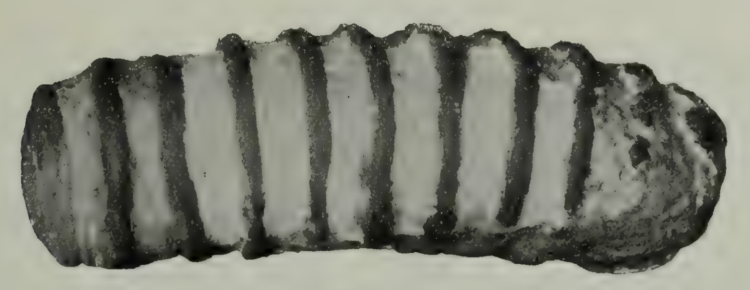
Elephas (*Archidiscodon*) *planifrons Falc.*

$M_{\overline{3}}$ sin. vom Laaerberg in Gips rekonstruiert, von innen gesehen.

Fundort und Horizont: wie bei Textfigur 4.

Wiedergabe: $^1/_4$ natürlicher Größe. (Originalaufnahme.)

Das Original ist an dem dunkleren Ton kenntlich. (Vgl. dazu den Text auf S. 118.)



Textfigur 7.

Elephas (*Archidiscodon*) *planifrons Falc.*

Die in Textfigur 6 dargestellte Rekonstruktion von oben gesehen.

Fundort, Horizont und Wiedergabe wie bei Textfigur 6.

Man beachte die schmale Form der Kaufläche.

in Plastelin ergänzt, dann wurden die Zementzwischenräume mit Gips ausgegossen und vorn an den Zahn in der erschlossenen Länge die beiden fehlenden Joche samt Intervallen anmodelliert.

Der Schwung der Kaufläche ist durch den Verlauf der Spitzenkurve der hinteren vier Joche gegeben und wurde nach dem Vorbild von zwei *Meridionalis*-Molaren aus dem Budapester Museum, für deren Uebersendung ich Herrn Kollegen Dr. Th. Kormos zu besonderem herzlichem Dank verpflichtet bin, durchgearbeitet.

Die genau, mit Hilfe des auf S. 109 geschilderten Apparates gemessenen Jochhöhen der Rekonstruktion betragen von hinten an:

72, 93, 103, 105, 106 [1]), 106 [1]), 106 [1]), 105·5, 102, 89, 72

Bezüglich der Wurzelergänzung verweise ich auf den nächsten Abschnitt.

3. Die Zahnwurzeln.

Mit den vorerwähnten Ausführungen erscheinen die Argumente Soergels ebenso gründlich als erschöpfend erledigt. Den übrigen Merkmalen erkennt er keine Beweiskraft für die Artbestimmung zu. Trotzdem ist es interessant und lehrreich, sie einzeln durchzugehen.

An Hand der Abbildungen von drei Primigeniusmolaren — Soergel zieht immer bei kritischen Fragen über Archidiskodonten hochspezialisierte Elefanten heran — erläutert er die Art, wie nach seiner Meinung die Wurzelbildung bei Elefanten vor sich geht. Er schreibt (l. c. S. 16—18):

„Wie oben schon gesagt, beginnen die letzten Molaren mit fortschreitender Abkauung die einzelnen Wurzeläste, die infolge der Vorwärtsbewegung des Zahnes sich immer stärker nach hinten biegen und dem Zahn anschmiegen, zu einem wandartigen Gebilde zu verschmelzen. Im ersten Stadium — bei Mammutzähnen nach Abkauung von 4—6 Lamellen — bildet sich auf beiden Seiten an der Zahnunterseite eine relativ dünne Wand, die in der Mitte die Zahnkronenbasis einschließt, im hintersten Zahnteil aber häufig schon zu einer kompakteren Masse verwachsen ist . . . Die Höhe einer solchen Dentinwand entspricht in dem ersten Stadium ungefähr derjenigen der Wurzeläste. Bei fortschreitender Abkauung wird der Wurzelpartie mehr und mehr Dentin zugeführt, die einzelnen Wurzeläste treten allmählich als Komponenten der Dentinwand zurück . . . und letztere wächst bei fortdauernder Dentinzufuhr zu sehr beträchtlichen Höhen . . . Indem an der Zahnkronenbasis sowohl als an der Dentinwand innen fortwährend Dentin abgesetzt wird, rückt die Zahnkronenbasis einmal immer tiefer hinunter und wird anderseits sehr stark eingeengt. Sie bildet schließlich nur noch eine sehr schmale Fläche, die häufig allseitig von Dentin eingeschlossen ist."

Soergel erörtert dann, daß sich der letzte Molar, wenn er bis zu einem gewissen Grade abgekaut ist, nicht mehr vorwärts,

---

[1]) Die Höhen dieser Joche von der Spitze der Basalzacken an betragen: 115, 114, 112 *mm*.

sondern nur mehr aufwärts schiebt und fährt fort (l. c. S. 18):

„Im gleichen Tempo“ — nämlich des Hochschiebens — „wird aber unten Dentin abgesetzt“.

Es erschien mir von vornherein unwahrscheinlich, daß sich die Verhältnisse tatsächlich in dieser Weise abwickeln. Die Elefanten würden dann eine Zahnung aufweisen, die ganz grundsätzlich von allen übrigen Säugetieren verschieden wäre, da von keinem Säugetier bisher ein effektiv sekundäres Wurzelwachstum — und ein solches nimmt Soergel (s. S. 18 letzte Zeilen) an — bekannt geworden ist. Es wäre doch zu erwarten, daß sich bei anderen hypsodonten Formen, z. B. Pferd, Nager, Anklänge fänden.

Noch unzuverlässiger erschien mir die Darstellung Soergels, als ich die zur Erläuterung herangezogenen Abbildungen überprüfte:

Figur 1 auf S. 15 (l. c.) zeigt einen Primigeniusmolaren in einem ziemlich frühen Stadium der Abkauung mit großer Lamellenzahl. Im vorderen Abschnitt sind charakteristische Zapfenwurzeln mit besonders an der ersten von ihnen deutlichem Pulparkanal sichtbar, hinten die von Soergel als „Dentinwand“ angesprochene Wurzelpartie, in Bildung begriffen.

An Figur 2 (l. c. S. 16) konstatiert Soergel die Vergrößerung der „Dentinwand“ und das „Zurücktreten der Wurzeläste als Komponenten“ dieser. In der Tat hat aber dieser Zahn nur mehr zirka 13 Joche, entspricht also ungefähr der hinteren Hälfte des in Figur 1 abgebildeten Zahnes. Figur 2 stellt also bloß den rückwärtigen Abschnitt der Krone eines $M_{\overline{3}}$ von *E. primigenius* dar, welcher schon von Anfang an mit jenem Wurzelgebilde versehen war, das Soergel als „sekundäre Dentinwand“ betrachtet. Warum dieses Gebilde an dem wenig abgekauten Zahn noch mäßig entfaltet war, hat wesentlich andere Gründe als er meint, die wir bald werden kennen lernen.

Figur 3 endlich (l. c. S. 16) zeigt diesen Wurzelteil zwar nach untenhin ausgewachsen, aber infolge der fortschreitenden Abkauung und der Alveolenobliteration nicht mehr vollständig. Vorn sind erhebliche Teile weggebrochen.

Hätte sich Soergel die Mühe genommen, die leicht zugängliche Dentition des Pferdes, welche hinsichtlich der bedeutenden Kronenhöhe ähnliche Verhältnisse bietet, durchzunehmen, so wäre ihm wahrscheinlich die Sache so klar geworden, wie sie wirklich ist.

Infolge der Liebenswürdigkeit des Vorstandes der anatomischen Lehrkanzel an der Wiener tierärztlichen Hochschule, Herrn Prof. Dr. K. Skoda, dem ich zu großem Danke verbunden bleibe, war es mir möglich, in die Zahnung des Pferdes an der Hand von entsprechendem Schädelmaterial vollen Einblick zu gewinnen.

Beim Pferd geht das Molarenwachstum folgendermaßen vor sich:

Schon beim zweijährigen Fohlen sind die Molaren und molarisierten Prämolaren im Kronenteil vollkommen ausgebildet, die Wurzeln sind vollständig angelegt, doch sind die Pulparkanäle noch über das Normallumen weit geöffnet.

Bis zum 6. Lebensjahre sind die Kanäle bis auf dieses Lumen geschlossen, das Wurzelwachstum ist beendigt, die Wurzelhöhe hat sich gegenüber der am zweijährigen Fohlen kaum merklich vergrößert.

Schon beim zweijährigen ist die Krone in ihrer ganzen für alle späteren Jahre beständigen Länge angelegt, steckt aber zu gut $^2/_3$ in der mächtigen und tiefen Alveole, welche dem Kronenquerschnitt genau angepaßt ist.

Vom Zeitpunkt der ersten Abkauung an rückt nun bei gleichbleibender Wurzelhöhe die Krone in dem Maße aus der Alveole, als Material oben abgerieben wird. Dieses Herausrücken geht, wie bei allen Säugern Hand in Hand mit der fortschreitenden Obliteration der Alveole und ihrer Anfüllung mit Knochenspongiosa von unten nach oben.

Der Zahn wird also gewissermaßen aus der Alveole herausgedrückt. Dabei verändert sich die Wurzel nicht im geringsten — abgesehen von der Schließung der Kanäle — und bei alten „Mummelgreisen" wird nach völliger Abnützung der Kronenteile die Wurzel weiter abgekaut, welche nunmehr in einer ihrer schon am zweijährigen Pferde vorhandenen Größe entsprechenden Alveole sitzt.

Es ist kein Grund vorhanden, die Prinzipien des Zahnwachstums für den Elefanten anders anzunehmen.

Wohl aber erfährt dieses durch das eigenartige Herausrücken insofern eine Modifikation, als der Ablauf der einzelnen Bildungsprozesse nicht gleichzeitig, sondern hintereinander vonstatten geht. Dieses zeitliche Hintereinander muß um so vorgeschrittener sein, d. h. die Endstadien müssen um so später erreicht werden, je höher wir in der Stammesgeschichte der Elefanten emporsteigen und erreicht naturgemäß sein Maximum mit *E. primigenius.* Die Auflösung in ein Hintereinander wird aber um so geringer sein, je ursprünglichere Vertreter des Stammes wir in Betracht ziehen.

Gehen wir nun, um in der Frage ganz klar zu sehen die Proboscidier durch.

Die ursprünglichsten Vertreter, bei welchen bereits deutliche Anzeichen eines bogenförmigen Herausrückens der Molaren nachweisbar sind, aber noch vertikaler Zahnersatz allgemein statthat, sind die Mastodonten. Die Wurzelpartie eines $M_{\overline{3}}$ von *Mastodon* setzt sich im einfachsten Fall (siehe Textfigur 8 und 9) aus zwei Teilen zusammen: Eine vordere Pfahlwurzel trägt stets das erste Joch; hinter ihr trägt alle übrigen Joche eine mächtige, als plumper Zapfen mit gewaltiger basaler Breite nach unten ragende Wurzel. Diese Verhältnisse können insofern eine Erweiterung erfahren, als normal auf die vordere Pfahlwurzel, also längsgestellt, eine weitere ähnliche, aber flachere Wurzel hinzutreten kann. Stets aber kehrt der mächtige die hinteren drei bis vier Joche tragende Zapfen wieder.

Dieser Bau, welcher alle ursprünglicheren Mastodonzähne einschließlich *M. longirostre*[1]) kennzeichnet, erfährt gewisse Differen-

[1]) Die nächstverwandte Form zu *M. latidens,* dem Elefantenahnen.

zierungen bei *M. americanum*, die uns als Parallelerscheinung recht gut die Entstehung der Wurzeln der Molaren höherer Elefanten erklärlich machen. Die vordere Pfahlwurzel (s. Textfigur 10) kann sich teilen, bisweilen sogar in mehrere Aeste.

Doch bleibt der große hintere Zapfen stets intakt.

Daß diese mächtige hintere Wurzel auch bei den zu den Elefanten überleitenden Arten (*M. latidens*) angehalten hat, beweist der Längsschnitt in der F. A. S. (Pl. III, Fig. 8). Ein nebenstehender Schnitt durch einen *Americanum*-Zahn l. c. Pl. III, Fig. 9) ermöglicht sehr schön die Homologisierung, zumal bei beiden Zähnen die Pulparräume recht gut abgegrenzt erscheinen.

Doch auch ein *E. planifrons*-Molar selbst ist uns von Falconer F. A. S. Pl. XVIII, Fig. 2, 2*a*) überliefert und der Autor fühlte sich sogar veranlaßt (Pal. Mem. Vol. I, p. 450) den „great fang in front" besonders hervorzuheben. Ich gebe in Textfigur 11 (s. S. 124) der Wichtigkeit wegen eine Reproduktion.

Recht lehrreich ist es, mit diesen vieren noch als fünften den in Textfigur 12 dargestellten Primigeniusmolaren zu vergleichen.

Ich glaube, es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, daß der mächtige — von Soergel als „sekundäre Dentinwand" angesprochene — hintere Wurzelzapfen bei *E. primigenius*, *E. planifrons* wie auch *E. meridionalis* (s. Textfigur 2*b*) und *M. latidens* ein reines Homologon zu dem entsprechenden Gebilde bei allen Mastodonten darstellt.

Daß Soergel diese Homologisierung übersah und von einer sekundären Bildung sprach, ist wohl nur als Folge einer durch die rege Beschäftigung mit höheren Elefantenmolaren erworbenen Kurzsichtigkeit begreiflich.

Die vordere Wurzel des Mastodontenzahnes dagegen, welche über *E. planifrons* noch bis zu *E. meridionalis* (s. Textfigur 2*b*) hinauf anhält, ist den zahlreichen Pfahlwurzeln des höheren Elefantenzahnes homolog.

Nach dieser grundlegenden Feststellung klärt sich die höchst merkwürdige Annahme Soergels, daß eine Wurzel „mit Hilfe sekundärer Dentinablagerungen" weiterwächst, der Molar also gewissermaßen ein Wachstum nach unten erfährt, sehr einfach:

Während bei ursprünglichen Arten der Gattung *Elephas* (z. B. *E. planifrons*) infolge des auf einen weniger langen Zeitraum verteilten Herausrückens des Zahnes die Bildung seiner Krone und seiner Wurzeln rascher beendigt ist, die Pulparkanäle also in kürzerer Zeit auf das Normallumen gebracht werden, erscheint dieser Vorgang bei höheren Elefanten, insbesondere bei *E. primigenius*, zeitlich enorm gedehnt. Das Schließen der Pulparkanäle der einzelnen Wurzeläste auf das Normallumen erfolgt nach und nach, u. zw. von vorn nach rückwärts. Am längsten und weitesten offen bleibt der große hinterste Wurzelast — Soergels irrtümlicherweise konstatierte Dentinwand.

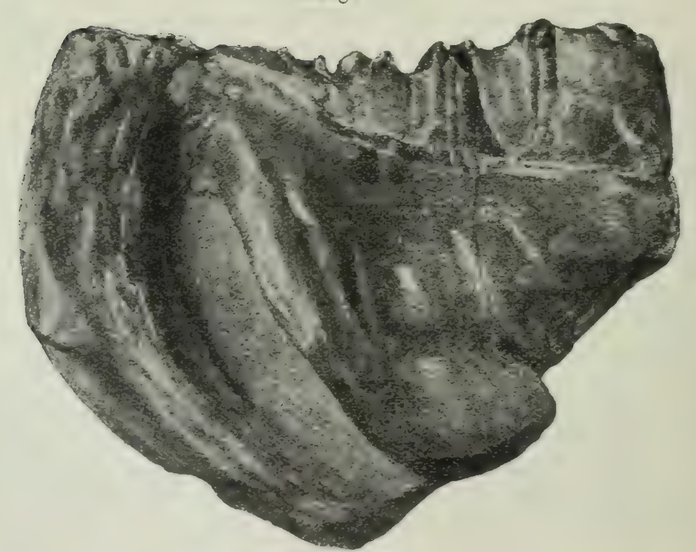


Textfigur 8.

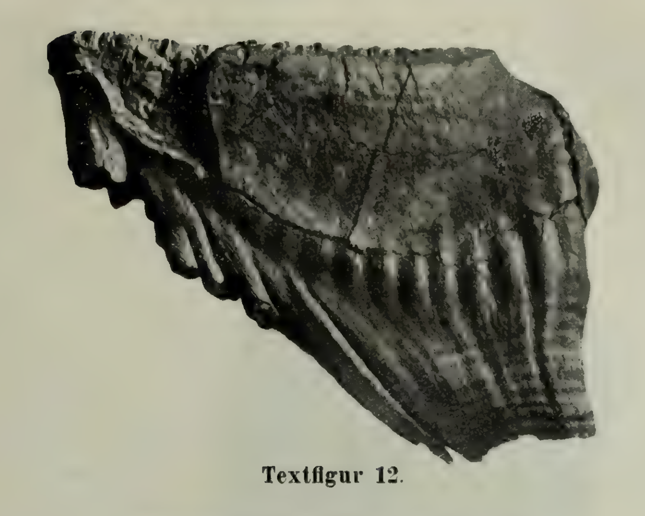
Textfigur 9.



Textfigur 10.



Textfigur 11.



Textfigur 12.

Erklärung zu den Textfiguren 8—12.

Letzte untere Molaren ($M_{\overline{3}}$) verschiedener Mastodonten und Elefanten, um die Homologie der Wurzeln, insbesondere der mächtigen hinteren Zapfenwurzel, die Soergel fälschlich als „sekundäre Dentinwand“ angesprochen hat, zu veranschaulichen.

Textfigur 8.

Mastodon (*Zygolophodon*) *tapiroides Cuv.*

$M_{\overline{3}}$ dext. (von innen). Fundort: Klein-Hadersdorf bei Poysdorf (N.-Ö.). — Horizont: Oberes Helvetien (Grunder Schichten).

(Die Kauflächenansicht dieses Zahnes siehe in meiner S. 95, Fußnote 3 zitierten Arbeit, Taf. XXI, Abb. 8.)

Textfigur 9.

Mastodon (*Bunolophodon*) $\frac{\textit{angustidens Cuv.}}{\textit{longirostre Kaup.}}$

$M_{\overline{3}}$ dext. (von innen). Fundort: Poysdorf (N.-Ö). — Horizont: Unteres Pliozän.

(Die Kauflächenansicht siehe in meiner S. 95, Fußnote 3 zitierten Arbeit Taf. IX, Abb. 1.)

Textfigur 10.

Mastodon (*Mammut*) *americanum Cuv.*

$M_{\overline{3}}$ sin. (von außen). Fundort: Missouri (U. St. A.) — Horizont: Quartär.

Textfigur 11.

Elephas (*Archidiscodon*) *planifrons Falc.*

$M_{\overline{3}}$ sin. Fundort: Sewalik Hills (Ostindien). — Horizont: Mittelpliozän.

(Das Bild ist eine Kopie nach Falconer [F. A. S. Pl. XVIII, Fig. 2] und ist zum Zweck des besseren Vergleiches „seitenverkehrt“ zur Darstellung gebracht.)

Textfigur 12.

Elephas (*Euelephas*) *primigenius Blb.*

$M_{\overline{3}}$ sin. (von außen). Fundort: Krems a. d. D. (N.-Ö.). — Horizont: Quartär.

Wiedergabe sämtlicher Bilder: $^1/_8$ natürlicher Größe.

Sammlung: Mit Ausnahme von Textfigur 11 sind sämtliche Bilder Originalaufnahmen nach Stücken der Sammlung der Geologisch-paläontologischen Abteilung des k. k. Naturhistorischen Hofmuseums in Wien.



Textfigur 13.

Elephas (Euelephas) primigenius Blb.

Letzter oberer Molar ($M\overline{3}$) von der Wurzelbasis gesehen, um den zeitlich verschiedenen Abschluß der Pulparkanäle auf das Normallumen zu zeigen.

(Die vordersten Wurzelzapfen sind bereits völlig geschlossen, weiter rückliegende lassen noch das Normallumen erkennen, die hinterste Zapfenwurzel ist weit geöffnet.)

Fundort: Oberweiden. (N.-Ö.) — Horizont: Quartär (Löß).

Wiedergabe: $^1/_2$ natürlicher Größe.

Sammlung: Niederösterreichisches Landesmuseum in Wien.

Ein Blick auf die Textfigur 13, welche einen letzten Primigeniusmolaren mit sehr schön erhaltenen Wurzeln darstellt, bringt die endgültige Lösung:

An den vorderen Wurzeln, welche ganz niedergekaute, nicht mehr wachstumsfähige Lamellen tragen, sind die Pulparkanäle bereits geschlossen. Je weiter wir nach rückwärts gehen, desto offener sind

sie. Die hinterste und größte Wurzel ist basal sehr weit geöffnet. Diese wächst also bis zu einem verhältnismäßig hohen Alter beim Mammut, doch natürlich auch nicht länger als bis sie mit der Verengerung auf ihr Normallumen ihr individuelles Wachstum abgeschlossen hat; sekundäre Erscheinungen sind also nicht im Spiel; das lange Weiterwachsen ist durchaus eine Erscheinung primärer Natur. Ist das Wachstum abgeschlossen, dann beginnt beim Elefanten genau so das Herausschieben des Zahnes durch Obliteration der Alveole wie beim Pferd.

Daß ich auf diesem Gebiete Herrn Kollegen Soergel ein Privatissimum lesen mußte, ist um so bedauerlicher, als ihm ein sehr umfangreiches Material gerade von höheren Elefanten zur Verfügung stand. Das hinderte ihn aber nicht, in der Zahnwurzelfrage seine „eigenen" Wege zu gehen und mit großer Entrüstung von „meinem Mangel an Kenntnissen über die Anatomie des Elefantenzahnes" zu sprechen.

Der Grund, weshalb sich Soergel in die vorerörterten Spekulationen über das Wurzelwachstum des Elefantenzahnes einließ, war die Absicht, das von mir für die Bestimmung von Archidiskodontenmolaren herangezogene Verhältnis zwischen Wurzel- und Kronenhöhe als hinfällig zu erweisen.

Daß für die hochstehenden Elefanten das vorerwähnte Kronen-Wurzel-Verhältnis praktisch in den seltensten Fällen wird herangezogen werden können, geht aus meinen Erörterungen über die Zahnbildung dieser Formen ohne weiteres hervor. Es ist mir auch nie eingefallen, dieses Bestimmungsmoment für *E. primigenius* u. ä. als wichtig zu behaupten.

Dagegen bleibt es nach wie vor für die Trennung ursprünglicher Arten, insbesondere *E. planifrons* und *E. meridionalis* aufrecht und ich hoffe es bei meiner bevorstehenden Bearbeitung der Budapester Archidiskodonten recht ausgiebig gebrauchen zu können.

Daß nach Kenntnis dieses wahren Sachverhaltes eine Schlußbemerkung, wie die Soergels auf S. 21 (l. c.) „das Hauptargument Schlesingers für die Bestimmung des Dobermannsdorfer und damit auch des Laaerberger Zahnes als *El. planifrons Falc.* hat sich also als eine starke Irrung erwiesen", ihre „besondere" Wirkung auf mich nicht verfehlen konnte, darf ich wohl versichern.

4. Die Form der Kaufläche.

Soergel bespricht des längeren die Möglichkeit, daß rechteckige und ovale Kauflächen an einer Spezies vorkommen können und erörtert die fast mangelnde Beweiskraft dieses Merkmals. Ich bin diesbezüglich zu ganz ähnlichen Schlüssen gekommen und habe dies in einer anderen Arbeit (Meine Antwort in der Planifronsfrage I. Die Herkunft des *E. antiquus*. Zentralbl. f. Min. Jahrg. 1916, Nr. 2 u. 3) zum Ausdruck gebracht. Für die Bestimmung der beiden niederösterreichischen Zähne wurde das Merkmal von mir nicht verwendet.

5. Der Längenlamellenquotient.

Etwas anders steht es mit dem Längenlamellenquotient; auch er wurde zwar von mir als „direktes Bestimmungsmoment“ nicht herangezogen (vgl. auch Soergel, l. c. S. 27), doch möchte ich zu einigen Ausführungen Soergels, bezüglich deren ich anderer Ansicht bin, Stellung nehmen.

Vor allem ist ein Mangel der gesamten Erörterung, daß er wieder alles aus der Perspektive seines „Normalelefanten“ (*E. trogontherii*) beurteilt. So ohne alle Belege — außer den hochkronigen Trogontherienelefanten — zu behaupten, daß die letzten Unterkiefermolaren aller Elefanten einen Längenlamellenquotient aufweisen, welcher mit „dem der nächstälteren Art übereinstimmt“, nenne ich zumindest wenig objektiv. Uebrigens hat meine Zusammenstellung der Längenlamellenquotienten von Molaren des *E. planifrons* und *E. meridionalis* (Ein neuerlicher Fund l. c. S. 728/729) schon gezeigt, daß untere letzte Molaren einen größeren Quotienten haben als obere. Die Größe des Unterschiedes scheint aber nur recht gering zu sein; um Genaues darüber zu erfahren, müßten sicher einem Schädel zugehörige Molaren gemessen und berechnet werden. Derartige Momente mögen bei höheren Elefanten, wo durch die große Lamellenzahl geringe Unterschiede maßgebend werden können, praktischen Wert haben, für Archidiskodonten sind sie jedenfalls sehr theoretisch.

Ganz ähnlich ist die „radiale Anordnung“ der Schmelzbüchsen gegen die Zahnkrone hin aufzufassen. Bei diesem Charakter, der ja gleichfalls für *E. trogontherii* und Formen seiner Spezialisationshöhe von Wesen ist, kommt noch hinzu, daß sich die Kauebene bei Archidiskodonten um so mehr der Parallelen zur Zahnkronenbasis nähert, je tiefer wir im Stammbaum nach abwärts steigen. Damit werden die Joche immer weniger schräg geschnitten, der Unterschied des Längenlamellenquotienten wird kaum nennenswert.

Daß ein Vergleich des Dobermannsdorfer Restes in diesem Sinne mit einem *Trogontherii*-Rest von 4 x einfach nicht durchzuführen ist, außer man nimmt von vornherein eine Artidentität an, ist mehr als klar: — 4 x Joche eines $M_{\overline{3}}$ von *E. trogontherii* mit x 16 x Jochen sind ja nicht gleichwertig mit x 5 — eines Zahnes mit höchstens x 11 x.

Nun noch einige Worte zu den Einwendungen Soergels gegen den von mir berechneten Längenlamellenquotienten.

Bekanntlich habe ich den Quotienten des Laaerberger Zahnes mit einer Korrektur von + 15 *mm*, d. i. die tatsächliche Länge eines Zementintervalles aus der Gesamtlänge von 233 *mm* berechnet und erhielt 233 + 15 = 248 : 9 = **27·6.**

Demgegenüber meint Soergel (l. c. S. 28): „So klar, wie Schlesinger behauptet, ist die Korrekturbedürftigkeit des ersten Wertes nun durchaus nicht. Schlesinger hat übersehen, daß bei jedem Zahn die Zahl der Joche um 1 größer ist als die der Zementintervalle — — —.“

Leider hat Soergel im Eifer gänzlich übersehen, daß ich — und übrigens tat auch er es — bei Berechnung des Längenlamellen-

quotienten sets die beiden Talone (x — x) als 1 Lamelle angenommen habe (s. meine Tabellen l. c. S. 728—731), bei der schwachen Ausbildung der Talone jedenfalls ein einwandfreier Weg.

Damit gleicht sich aber die Anzahl der Joche und die der Intervalle auf 1 : 1 vollständig aus.

Ein weniger übereilt blickendes Auge wäre also auch hier für Herrn Kollegen Soergel am Platze gewesen. Schließlich dürfte ihm sein Weg mit der Ignorierung meiner Korrektur doch nicht sehr richtig erschienen sein, sonst hätte er nicht wieder „ein übriges getan“ und „ein halbes Zementintervall zuzuzählen“ für nötig befunden. Damit gelangt er zu einem Längenlamellenquotienten von 26·7 gegenüber 27·6! Nach seiner Berechnung ist also der Längenlamellenquotient um ganze — oder besser eben nicht ganze — 0·9 *mm* kleiner.

Als Bestimmungsmoment habe ich den Längenlamellenquotienten nicht herangezogen. Es ist aber immerhin interessant, zu sehen (vgl. meine Tabellen l. c. S. 728—731), daß der $M_{\overline{3}}$ des *E. meridionalis* durchwegs hinter dem Wert von **25** zurückbleibt, dagegen die $M_{\overline{3}}$ von *E. planifrons* stets über ihn hinausgehen.

6. Der Verschmelzungstyp.

Ueberraschenderweise wird der Verschmelzungstypus, den Soergel in seiner Arbeit über *E. trogontherii* und *E. antiquus* als sehr wichtiges Moment gewertet hatte, von ihm nunmehr unbarmherzig degradiert. Der Grund ist offenbar der, daß ihm die lat. an. med. lam. Verschmelzung am Laaerberger Zahn für eine Bestimmung als *E. meridionalis* höchst unbequem kam. Ich habe diesem Merkmal in meiner im Zentralbl. f. Min. (Jahrg. 1916, Nr. 2 u. 3) erschienenen Erwiderung auf die zweite Streitschrift Soergels recht eingehende Betrachtungen gewidmet und kann mich hier kurz fassen.

Soergel stellt drei Grundtypen der Lamellenzusammensetzung auf, welche den Verschmelzungstypus bedingen.

Fallen die Haupttrennungsspalten der Seitenpfeiler und des Mittelpfeilers konvergierend nach unten ein (l. c. S. 41, Figur 9*a*), so entsteht eine Fusion von lat. lam. med. an., fallen sie parallel ein (l. c. S. 31, Figur 9*b*), so ist die Verschmelzung lat. und med. lam., divergieren sie (l. c. Fig. 9*c*), so entsteht der Typus lat. an med. lam.

Dies ist nur unter der Annahme richtig, daß der Mittelpfeiler im ersten Falle schwach, im letzten stark genug ist, damit nicht die Auflösung der inkompletten Figur nach der gegenteiligen Fusion erfolgt.

Gerade den Fall haben wir beim Laaerberger Zahn. Trotzdem die Hauptspalten konvergieren, ist die Verschmelzung ausgesprochen lat. an. med. lam., d. h. der Mittelpfeiler überwiegt durchgehends an Stärke derart, daß die Hauptspalten gar nicht so tief reichen können, um eine andere als eben diese Fusion hervorzurufen.

An der von mir gegebenen Kauflächenansicht (Ein neuerlicher Fund l. c. Taf. XXVII) sind an der drittletzten Lamelle sehr schön die Hauptspalten ersichtlich, welche je einen einfachen Neben-

pfeiler von dem fünfgliedrigen Hauptpfeiler trennen. Ich habe diese Spalten in Textfigur 4 im Plastelin durch Kratzer gekennzeichnet. Soergel zog es vor, zu „vermuten", daß der Hauptpfeiler nach hinten zu schwächer wird. Das ist nun nicht der Fall; vielmehr mißt er am vorletzten inkompletten Joch **40** *mm* an Breite gegenüber **36·4** *mm* am letzten inkompletten, also vor jenem befindlichen und behält den Wert von 40 *mm* auch an der x 1. Lamelle von hinten bei.

Der Typus lat. an. med. lam. ist also nicht zu umgehen.

Soergel schreibt (l. c. S. 42) weiters: „Schwache Medianpfeiler und starke Lateralpfeiler sind das Primitivstadium, das *E. planifrons, meridionalis,* zum Teil *hysudricus* besitzen."

Nun habe ich in meiner schon öfters erwähnten Entgegnung im Zentralbl. für Min. (Jgg. 1916, Nr. 2 und 3) sehr eingehend die Fusionsverhältnisse der Planifronsmolaren der F. A. S. vorgenommen und bin zu gleichen Schlüssen gekommen, wie ich sie schon früher (Ein neuerlicher Fund l. c. S. 737) veröffentlicht hatte. Die Richtigkeit dieser Ueberprüfung hatte auch Soergel zugeben müssen (l. c. S. 42); allerdings meint er, es seien mir einige Zähne entgangen. Vor allem sei dies Figur 7, Pl. XI. (F. A. S.); er betont zwar, daß die Verhältnisse außerordentlich unklar sind, bestimmt ihn aber doch als lat. lam. med. an. Ich konnte und kann mich nicht entschließen, von einem Zahn, der nur am letzten Joch ganz verwischt und höchst unsicher Spuren einer inkompletten Figur zeigt, einen Fusionstyp abzulesen.

Der von mir übergangene Zahn (Fig. 8, Pl. XIV, F. A. S.) mit nach Soergel typisch lat. lam. med. an. Verschmelzung ist in meiner Arbeit von 1914 (l. c. S. 735, Abb. 6 *b* [1]) wiedergegeben. Aus dieser Abbildung mögen die Leser selbst erschließen, ob man eine Verschmelzung, vor welcher eine inkomplette Figur mit nur 2 Teilen sitzt, als typisch bezeichnen kann. Zwei weitere Zähne werden auch von Soergel als unklar angegeben; übrigens ist einer gleichfalls von mir abgebildet (l. c. 1914, S. 735, Abb. 6 *a*).

Ich habe alle Molaren einer nochmaligen Prüfung unterzogen und in der öfters erwähnten Arbeit (Zentralbl. für Min. Jgg. 1916, Nr. 2 und 3) in Tabellenform zusammengestellt. Ich verweise hinsichtlich Einzelheiten auf diese Tabelle und wiederhole hier lediglich die Ergebnisse:

„Bezüglich des Verschmelzungstyps sind also 2 Fälle ausgesprochen lat. an. med. lam.; 5 Molaren streben diesem Typus deutlich zu; 1 ist intermediär; ein weiterer, in der letzten inkompletten Figur lat. und med. lam., in der vorhergehenden dagegen lat. lam. med. an; 2 Zähne sind auf den Typus lat. lam. med. an. zu beziehen; ein Fall ist zwar deutlich lat. lam. med. an., am Joch dahinter aber lat. an. med. lam., noch weiter rückwärts wieder lat. lam. med. an., daher atypisch. An den übrigen 12 Molaren ist der Typus nicht feststellbar."

---

[1]) Die Zitate der F. A. S. sind durch Verwechslung von *a* und *b* durch den Setzer vertauscht!

Es ist höchst bemerkenswert, daß in 12 einwandfrei konstatierbaren Fällen 7 Zähne mehr oder weniger, davon 2 ganz typisch der lat. an. med. lam. Fusion zuzuteilen sind, während sich nur 4 Fälle auf den Typus lat. lam. med. an. „beziehen" lassen, wobei ich den atypischen Fall mit wechselnder Verschmelzung an jedem Joch in diese Gruppe ziehe.

Von diesen ist der eine von mir mit dem Vermerk „vielleicht" konstatiert; es ist der eben erwähnte Zahn (Pl. XI, Fig. 7), Ein zweiter ist atypisch (Pl. XII, Fig. 13*a*). Der dritte bloß an der vorletzten inkompletten Figur vorhanden, die letzte ist intermediär (Pl. XII, Fig. 12*a*.) Der vierte ist zwar typisch, steht aber in einem Kiefer, dessen linker Molar ausgesprochen lat. an. med. lam. ist. (Pl. XI, Fig. 1). Dazu fügt Soergel noch einen (Pl. XIV, Fig. 8), den ich nicht als feststellbar erklären kann. Ich kann mir weitere Schlußfolgerungen wohl ersparen. Daß *E. planifrons* als ursprüngliche Form nicht die hochspezialisierten schwachen Lateralpfeiler eines *E. antiquus* haben kann, ist natürlich und bedarf wohl keiner Worte.

Was veranlaßt nun Soergel, einen schwachen Medianpfeiler für ursprünglich, einen starken für fortgeschritten zu halten?

Der Umstand, daß zwei diluviale Stegodonten, *St. airawana* und *St. trigonocephalus*, eine derartige Dreipfeilerteilung mit schwachem Mittelpfeiler aufweisen! (l. c. S. 42).

Wie ich schon im Abschnitt über die Zahnhöhe nachgewiesen habe, sind die javanischen quartären Stegodonten in eigenartiger Richtung weit über *E. planifrons* spezialisiert. Der Dreipfeilerbau der Joche hat sich bei ihnen offenbar ganz selbständig und unabhängig von den Verhältnissen bei *E. planifrons* entwickelt, für welch letzteren wir nun wohl die lat. an. med. lam. Verschmelzung, allerdings nicht in der ausgesprochenen Form wie bei *E. antiquus*, als ursprünglich annehmen müssen.

Auf die Artzugehörigkeit des Laaerberger Zahnes wirft sein Verschmelzungstyp, der begreiflicherweise „einen unteren Grad" der lat. an. med. lam. Fusion (Soergel, l. c. S. 45) darstellt, ein recht bezeichnendes Licht.

7. Eigenschaften des Schmelzes.

Zu diesem Abschnitt halte ich es für unnötig, Stellung zu nehmen.

8. Die Schmelzfiguren.

Nach weitläufiger Erörterung verschiedenster Momente behauptet Soergel (l. c. S. 55), die Schmelzfiguren hätten für mich „ein wichtiges Bestimmungsmoment" gebildet. Wer meine Arbeiten wirklich studiert hat, wird diese „Beschuldigung" nicht zu tragisch nehmen. Ich habe bei der Bestimmung des Dobermannsdorfer Zahnes die Form der Schmelzfiguren erörtert und mit *E. planifrons* und *E. meridionalis* in Vergleich gesetzt; beim Laaerberger

Molaren nicht einmal das getan, sondern lediglich mehrere Abbildungen zur Charakteristik der Uebereinstimmungen auch dieses Merkmales gegeben.

Da ich es durchaus nicht nötig habe, auf dieses Merkmal als Bestimmungsmoment Gewicht zu legen, übergehe ich es ebenso wie die in diesem Abschnitt besonders reichlichen persönlichen Ausfälle Soergels gegen mich. Hinsichtlich der Schwankungsbreite des *E. planifrons* verweise ich auf meine Arbeit im Zentralbl. f. Min. Soergel dürfte durch sie vielleicht doch einmal einem eingehenden Studium der F. A. S. zugeführt werden. Nur nebenbei erwähne ich das Auftreten effektiv *antiquus*-, ja sogar *africanus*-artiger Kauflächenformen an einzelnen sewalischen Planifronszähnen.

9. Der Winkel zwischen Kaufläche und Kronenbasis.

Was ich bezüglich der Verwendbarkeit des Verhältnisses zwischen Krone und Wurzel früher gesagt habe, gilt auch für dieses von mir neu eingeführte Hilfsmoment für die Bestimmung von Elefantenmolaren. Sein praktischer Wert kann möglicherweise für höhere Formen gering sein, für Archidiskodonten ist er oft recht nützlich. Dabei habe ich den Hilfscharakter schon seinerzeit ausdrücklich betont.

Soergel macht gegen diesen Winkel drei Einwände:

1. Der erste, nach dem er von dem Winkel beeinflußt werden soll, in dem die Kaufläche die Lamellen schneidet, ist kaum stichhältig. Daß die Lage der Kaufläche zu den Lamellen innerhalb ein und derselben Art und natürlich bei dem jeweils gleichen Zahn, z. B. $M_{\overline{3}}$ größeren Schwankungen unterworfen sein sollte als jedes andere Merkmal, ist nicht einzusehen. Meint aber Soergel diese Schwankungen, dann wäre auf Grund keines einzigen Merkmales eine Bestimmung möglich.

2. Ganz das Gleiche gilt von dem zweiten Einwand. Bei diesem kommt noch hinzu, daß die radiale Divergenz der Lamellen bei Archidiskodonten recht mäßig ist. Es könnte sich nur um Wertschwankungen von wenigen Graden handeln — und eine solche Variationsbreite muß wohl jedem Merkmal zugebilligt werden.

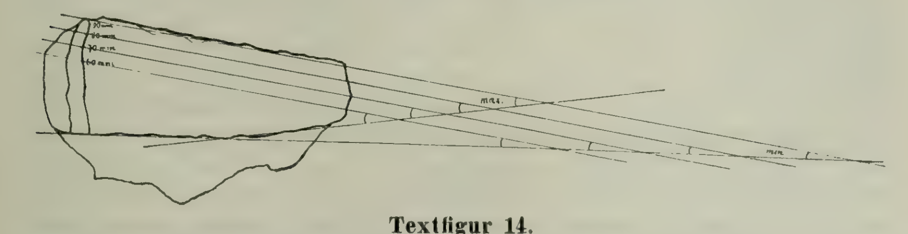
Daß der Winkel ein „Bestimmungsautomat" ist, habe ich ja nie behauptet.

3. Aus der Abbildung (l. c. S. 62, Figur 12) zu diesem Einwand ersehe ich, wie falsch Soergel den Winkel abnimmt. Ich glaube hinlänglich dargetan zu haben, daß ich als einen Schenkel dieses Winkels die Kauflächenebene, als zweiten die Ebene der Kronenbasis beide als je ein Ganzes annehme und letztere nur bei deutlicher Krümmung, in zwei Einheiten — ein Maximum und ein Minimum — auflöse.

Wenn man die Kaufläche in zahllose kleine Streckchen zerlegt, wie es Soergel in seiner Textfigur 12 (l. c. S. 62) tut, kommt freilich jedesmal ein anderer Wert heraus.

Sucht man dagegen den Winkel aus höchstens zwei — Maximum und Minimum — Kronenbasisschenkeln und dem immer gleich-

bleibenden Kauflächenschenkel, dann ist es, wie Textfigur 14 sehr klar zeigt, nicht einzusehen, warum die Ergebnisse bei geringerer oder größerer Höhe des letzten unangekauten Joches verschieden sein sollen, da sie doch aus Gegenwinkeln bei parallelen Geschnittenen genommen werden.



Textfigur 14.

Schema zur Darstellung der Konstanz des Winkels zwischen Kaufläche und Kronenbasis und seiner Unabhängigkeit von der Höhe der letzten Lamelle.

Nun ist aber der Verlauf der Kronenbasis bei ursprünglichen Elefantenarten sets derart, daß der schwache Bogen die Feststellung eines solchen Maximal-, beziehungsweise Minimalschenkels leicht ermöglicht.

Zusammenfassung.

Ich fasse zum Schluß den Stand der ganzen Frage nochmals zusammen:

Von den Einwänden, welche Soergel gegen meine Bestimmung gemacht hat, erkennt er zweien Beweiskraft in dem Sinne zu, daß sie für eine Bestimmung als *E. meridionalis* und gegen eine solche als *E. planifrons* sprächen:

1. der Zahnhöhe,
2. der Lamellenformel.

Von diesen beiden „Beweisen“ muß der erste aus folgenden Gründen als widerlegt und völlig mißglückt gelten:

1. Die Verhältniszahlen, welche Soergel für den Quotienten zwischen höchster und letzter Lamelle des *E. meridionalis* annimmt, entbehren jeglichen Rückhaltes und vermochten einer Nachprüfung nicht entfernt standzuhalten. Auf Grund genauer Messungen betragen die bezüglichen Grenzwerte nicht **1·6 — 2**, wie Soergel angab, sondern **1·3 — 1·6**.

2. Das gleiche Verhältnis für *E. planifrons* wurde ebenfalls völlig willkürlich von ihm mit Hilfe eines Oberkiefermolaren von *Steg. airawana* errechnet.

3. Dabei vergaß er:

a) daß Oberkieferzähne stets in einem größeren Krümmungsbogen aus dem Kiefer herausrücken als untere, daß daher die Höhenunterschiede ihrer Joche bedeutender sind;

b) daß *Steg. airawana* durch seine an diesem Zahn vorhandene Lamellenformel von x 11 x bereits das Maximum der Spezialisation für *E. planifrons* bedeutet, daher für die Errechnung eines Minimalwertes auch bei sonstiger Eignung unbrauchbar wäre;

c) daß durch das starke Divergieren der vorderen und hinteren Begrenzungsflächen der niedrigen Joche dieses *Stegodon* nach unten bei einer Lamellenzahl von x 11 x die Kronenbasis viel mehr auseinandergezogen werden muß als bei *E. planifrons*, dessen weit höhere Joche steil abfallende Wände aufweisen;

d) daß daher der Krümmungsradius bei dieser Form überhaupt bedeutend kleiner, der Höhenunterschied der Joche also erheblicher sein muß als bei *E. planifrons.*

4. Bei dem Dobermannsdorfer Zahn hat Soergel die mit Hilfe dieses errechneten falschen Verhältniswertes erschlossene rekonstruierte Höhe mit tatsächlichen (unrekonstruierten) Höhen der F. A. S. verglichen und zudem sich nicht einmal die Mühe genommen, in dieser Hinsicht die Publikationen Falconers genau durchzugehen. In letzterem Falle hätte er finden müssen:

a) daß die höchste von Falconer angegebene Höhe nicht 97 *mm*, sondern 101·6 *mm* (= 4 inches) beträgt;

b) daß an zwei $M_{\overline{3}}$ der F. A. S. die letzten Joche völlig zuverlässig abzumessen, daher die Werte der höchsten Lamellen glatt zu errechnen sind.

Danach stellt sich die höchste Höhe eines sewalischen $M_{\overline{3}}$ von *E. planifrons* auf **116·5** *mm.* Der Dobermannsdorfer Zahn fällt auf Grund rechnerischer Beweise mit allen Werten unter diese Zahl.

5. Den Laaerberger Zahn setzt Soergel nicht in Vergleich, sondern schlägt zur Erkundung der Höhe — da ihm der erhaltene Maximalwert selbst zu hoch erschien — den Weg ein, daß er die Verbindungslinie zwischen dem letzten und dem auf 105, bzw. 108 *mm* willkürlich ergänzten vorletzten Joch nach vorn verlängert.

Dabei ist ihm der mehr als bedauerliche Fehler unterlaufen, daß er die Spitze des letzten Joches um **6·84** *mm* kürzte, wodurch der Verlauf der Verbindungslinie zwischen dieser und der nur **2·5** *cm* vor ihr gelegenen Lamelle begreiflicherweise um ein enormes Stück nach vorn hin zu hoch anstieg.

Eine genaue Berechnung dieses Unterschiedes ergab die höchst überraschende Tatsache, daß sich der Wert der Zahnhöhe von **140** *mm*, welche Zahl Soergel gefunden zu haben glaubte, bloß durch die Aufdeckung dieses Fehlers auf **114** *mm* erniedrigte.

Dieser Wert fällt aber bereits unter die oberste tatsächliche Höhengrenze, welche auf Grund des Materiales der F. A. S. für $M_{\overline{3}}$ von *E. planifrons* erschließbar ist, nämlich **116·5** *mm*.

6. Um die richtige Höhe zu erkunden, wurden nunmehr die vorletzte und drittletzte Lamelle in Plastelin (unter Beigabe einer Abbildung, welche die Zuverlässigkeit dieser Rekonstruktion erhärtet) genauestens ergänzt. Aus der Verbindungslinie dieser beiden Lamellenspitzen, welche eine sicherere Höhenbestimmung verbürgen

als die beiden letzten Joche, wurde nun die tatsächliche höchste Höhe, unabhängig von allen rechnerischen Beweisen, erschlossen: sie beträgt **106** *mm* und fällt in die Gegend des x 4. und x 5. Joches von hinten.

Die Höhe steht mithin weit **unter** dem Maximalwert des sewalischen $M_{\overline{3}}$ von *E. planifrons.*

Der zweite Beweisversuch, die Lamellenformel, ist durch folgendes widerlegt:

1. Schon durch die Aufdeckung der schweren Fehlerquelle, welche Soergel durch Entfernen von 6·84 *mm* von der Spitze der letzten Lamelle in seine Schlußfolgerung eingeführt hatte, und ihre Korrektur wurde die Höhe von 140 *mm* auf 114 *mm* herabgedrückt. Wird nun die obere Kontur des Zahnes in dieser Höhe ausgezogen, so fallen ohne weiteres zwei Lamellen von den von Soergel fälschlich erschlossenen x 12 x Jochen hinweg.

Die Formel sinkt somit auf x 11, oder praktisch auf x 10 x herab.

2. Trotz dieser glatten Widerlegung wurde die Formel unabhängig davon folgendermaßen erschlossen:

a) Ursprüngliche letzte untere Archidiskodontenmolaren tragen, wie im besonderen Teil eingehend erwiesen wurde, ihre höchste Höhe ungefähr in der Zahnmitte.

b) Die höchste Höhe des Laaerberger Zahnes liegt zwischen x 4. und x 5. Joch.

c) Die Entfernung vom Zahnhinterende bis zur x 5. Lamelle — eine Strecke ist dabei noch zugegeben — mißt 140 *mm*; die ganze Länge des intakten Molaren betrug also **280** *mm.*

Daher maß das fehlende Stück 280—233 = **47** *mm.*

d) Nehmen wir für die Lamellenverteilung selbst den von Soergel geforderten niedrigen L. L. Q. von **23** für die vordersten Joche, so kommen wir mit bestem Willen nur auf eine Formel von **x 10** Jochen, ohne vorderen Talon.

Durch die beiden Momente: 1. Höhenwert der Krone = **106** *mm,* und 2. Lamellenformel = **x 10** fällt der Zahn vollauf in die Spezies *E. planifrons*; eine Vereinigung mit *E. meridionalis* ist gänzlich ausgeschlossen.

Die folgenden Punkte stehen mit der Bestimmungsfrage der beiden Molaren nicht in unmittelbarem Zusammenhang.

Trotz alledem ist ihre Diskussion, zur Beleuchtung der Arbeitsmethode Soergels und ihrer Resultate von Wesenheit. Ich wiederhole daher die Ergebnisse einzelner meiner speziellen Erörterungen:

1. In der Frage der Zahnwurzeln, worin mir Soergel gänzliche Unerfahrenheit vorwirft und ein „sekundäres" Wachstum der Wurzel durch Bildung einer „Dentinwand" behauptet, konnte ich den Nachweis erbringen, daß Soergels sogenannte „Dentinwand" ein Homologon der schon bei Mastodonten an $M_{\overline{3}}$ in gleicher Stärke auftretenden, hinteren mächtigen Zapfenwurzel darstellt.

Diese Wurzel kehrt bei *E. planifrons* noch in fast unveränderter Form wie bei Mastodonten wieder und hält bis in die Entwicklungshöhe des *E. primigenius* nur wenig verändert an.

Der Unterschied ist lediglich der, daß die Bildung der Wurzeln um so mehr in ein zeitlliches Hintereinander aufgelöst wird, je höher die betreffende Elefantenart spezialisiert ist.

Bei *E. primigenius* schließen die vordersten Pfahlwurzeln zuerst ihre Pulparkanäle auf das Normallumen, beendigen daher ihr Wachstum zu einer Zeit, wo die mittleren noch offen sind. Die hinterste Wurzel wächst und ist noch offen, wenn schon alle anderen ihr Wachstum abgeschlossen haben. Sie erreicht ihre endgültige Größe zu einer Zeit, wo nur mehr verhältnismäßig wenige Lamellen in Kaufunktion sind.

Diese Auflösung des durchaus primären Wachstumsprozesses in ein zeitliches Nacheinander hat Soergel irrigerweise als „Bildung einer sekundären Dentinwand“ gedeutet.

2. Bezüglich des Verschmelzungstyps sei im Gegensatz zu der Hoffnung, die Soergel gehegt hat, daß am Laaerberger Zahn der Hauptpfeiler nach hinten schwächer wird, betont, daß das Gegenteil der Fall ist und sich die Fusion nach wie vor als ausgesprochen lat. an. med. lam. darstellt.

Hinsichtlich dieses Merkmals konnte ferner festgestellt werden, daß *E. planifrons* vornehmlich dem eben genannten Typus zuneigt, welcher wohl als der ursprüngliche gelten muß.

Die Annahme Soergels, daß der ursprüngliche Typus lat. lam. med. an. ist, beruht auf der Feststellung eines schwachen Medianpfeilers bei quartären Stegodonten.

Ihre eigenartige hohe Spezialisation über *E. planifrons*, welche nachgewiesen wurde, läßt diese Annahme als haltlos erscheinen.

Zum Schlusse sei noch hervorgehoben, daß Soergel bei Erörterung des Alters der Dobermannsdorfer Schotter den vollen Widerruf W. Freudenbergs unerwähnt gelassen hat.

Die Laaerbergterrasse konnte durch neuerliche Belege als mittelpliozän festgelegt werden.

Soergels Widerlegungsversuch meiner Bestimmungen der beiden $M_{\overline{3}}$ von *E. planifrons* aus Niederösterreich entbehrt, wie wir gesehen haben, nicht nur der bescheidensten Anforderungen, die man an einen derartigen Versuch stellen muß, er hat auch eine Summe von Tatsachen aufgedeckt, welche für die Sachlichkeit des Autors nicht gerade einnehmen.

Der Schluß, in den er seine Betrachtungen ausklingen läßt, ist zwar recht witzig, vermag aber an der Tatsächlichkeit meiner Bestimmung nichts zu rütteln.

Mit Witzen widerlegt man in wissenschaftlichen Fragen ebensowenig, als man mit abgezwickten letzten Jochen zu richtigen Höhenrekonstruktionen von Elefantenzähnen gelangt.

Wien, im Juli 1915.

Ueber Kantengeschiebe unter den exotischen Geröllen der niederösterreichischen Gosauschichten.

Von O. Ampferer.

Mit einer Lichtdrucktafel (Nr. IX).

Da meines Wissens aus den Gosauschichten der Nordalpen bisher keine Kantengeschiebe beschrieben worden sind, möchte ich hier auf das Vorkommen derselben in den Gosaukonglomeraten von Niederösterreich aufmerksam machen.

Ich habe solche Geschiebe in einiger Häufigkeit vor allem in den roten Konglomeraten mit zahlreichen exotischen Geröllen am Großen Sattel bei Gießhübl sowie in denen der Gosau von Einöd bei Pfaffstätten gelegentlich meiner Geröllaufsammlungen im Frühjahr 1915 gefunden.

Es sind solche Geschiebe aber auch an anderen Gosaufundorten, z. B. beim Vierbrüderbaum bei Enzesfeld, in der Neuen Welt bei Dreistätten sowie im Brandenbergertal in Nordtirol vorhanden. Wahrscheinlich werden sie sich bei genauerem Zusehen als ziemlich verbreitet erkennen lassen.

Im allgemeinen sind die Kantengeschiebe auf die exotischen Gerölle beschränkt und unter diesen meist auf sehr feste gleichmäßige Quarzite oder auf dichte Felsophyre. Es kommen aber auch aus Kalken bestehende Kanter vor. Die Gosaugerölle des Höllensteinzuges liegen ebenso wie jene von Einöd in einem rotzementierten, nicht besonders fest verkitteten Konglomerat. Sie besitzen, sofern sie nicht gerade stark von der Verwitterung betroffen waren, meist glänzende, glatt polierte, manchmal metallisch angelaufene Oberflächen.

Die Kanter zeigen jedoch nicht mehr die scharfschneidigen Kanten des reinen unversehrten Windschliffs, sondern etwas abgestumpfte, die wohl durch eine nachherige Abrollung durch Wassertransport zu erklären sind.

Der mittlere Durchmesser der Kantengeschiebe schwankt von etwa 2—20 *cm*. Am häufigsten sind wohl Geschiebe einer mittleren Größenlage. Tetraeder sind ziemlich selten. Am häufigsten sind 3 oder 4 Flächen zu einer Ecke zusammengeschliffen. Oft ist die ursprüngliche ovale Gestalt der Gerölle noch gut zu erkennen, da neben den angeschliffenen ebenen Flächen noch Stücke der alten Rundung erhalten sind.

Häufig liegt so ein mehr oder weniger großer Teil der alten Rundung noch vor und die Gerölle erscheinen dann förmlich wie einseitig zugespitzt. Je nach der mehr gedrungenen oder schlankeren Form der Gerölle sowie der Zahl der angeschliffenen Flächen entstehen dann bleistift- oder keilartige Zuschärfungen derselben.

Neben den ebenen Schliffflächen kommen, allerdings viel seltener, auch konkav gebogene Flächen vor. Ich habe jedoch nur seltener mehrere solche Flächen an einem Gerölle gesehen.

Die Gerölle in den hier betrachteten Gosaukonglomeraten sind später im Verbande der Konglomerate heftigen Pressungen ausgesetzt gewesen. Wir finden daher gar nicht selten zerbrochene und eingedrückte Gerölle und Kanter.

Diese Verschiebungen und Zerreißungen durchsetzen auch häufig die geglätteten Flächen der Kanter und beweisen, daß diese Flächen vor der Einbettung in die Konglomeratmassen entstanden sind.

Auch Eindrücke von angepreßten Nachbargeröllen sind manchmal in diese Flächen eingesenkt. Bei der Zuschleifung von Windkantern spielt neben dem Vorhandensein von kahlen Wüstenflächen vor allem das Zusammenvorkommen von Gesteinstrümmern oder Geröllen mit Sand eine wichtige Rolle. Mit Recht hat L. v. Lóczy in seinem großen Werk über die geologischen Formationen der Balatongegend (Budapest 1916) die Bedeutung des Zusammenvorkommens von Sand und Geschieben für die Ausbildung der Windkanter betont. Wüsten mit reinen Kies- oder Schotterböden eignen sich keineswegs für eine reichere Entwicklung von Kantengeschieben.

Die Gosaukanter liegen heute in einem zumeist aus Kalkgeröllen bestehenden Konglomerat, dessen kalkiges Bindemittel zu großem Teil mit rotem schlammigem Verwitterungslehm vermengt ist. Diese Masse hätte nicht das Material für den Schliff der vielen harten Quarzite und Felsophyre zu liefern vermocht.

Vielmehr weist dieser Umstand neben der Abrundung der Kanter daraufhin, daß sich die Windkanter hier auf zweiter Lagerstätte befinden und von ihrem Entstehungsort erst später eingeschwemmt wurden.

Das Zusammenvorkommen der Windkanter mit großen Mengen von roten Verwitterungsprodukten legt aber die Annahme nahe, daß zwischen der der Ablagerung der Gosauschichten vorausgegangenen langen Verwitterungs- und Abtragungszeit und dem Auftreten der Windkanter ein Zusammenhang besteht. Das Vorkommen der Windkanter bildet für diese langdauernde Landperiode mit ihren Abtragungen eine gewiß recht wahrscheinliche Bestätigung und Illustration.

Chemische Analyse der Heiligenstädter Mineralquelle.

Von C. F. Eichleiter und O. Hackl.

In dem Haus der Frau Marie Křížek, Wien XIX. Heiligenstädterstraße 117, wurde bei den Vorarbeiten zum Bau einer Garage-Halle eine Quelle entdeckt, deren Ursprung ungefähr 1 *m* unterhalb des Fußboden-Niveaus der Halle liegt. Am 23. Dezember 1913 wurde von Eichleiter eine größere Probe des klaren und geruchlosen Wassers zwecks Durchführung einer Analyse entnommen, wobei auch gleichzeitig die Bestimmung der Gesamtkohlensäure begonnen wurde.

Die qualitative Analyse ergab folgende Resultate: Ammonium, Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Eisen, Aluminium, Nitrat, Chlorid, Sulfat, Hydrokarbonat, Kieselsäure, ferner Spuren von Baryum, Strontium, Mangan, Phosphat und organischen Substanzen.

Von den quantitativen Bestimmungen hat Eichleiter diejenigen von Gesamt-CO_2, Alkalien, NH_4, $Fe_2O_3 + Al_2O_3$, Ca, Mg, Cl, SO_4, P_2O_5, SiO_2 und Abdampfrückstand, Hackl die übrigen ausgeführt. Was die hiebei verwendeten Analysen-Verfahren betrifft, so wurden im allgemeinen dieselben benützt, wie bei unserer Analyse der Luhatschowitzer Schwefelquelle[1]). An Abweichungen hievon ist nur die Prüfung auf *Ba*, *Sr*, *Br*, *J*, und *Li* zu erwähnen. Zu dieser Prüfung wurden 4 *l* Wasser unter Soda-Zusatz auf ein kleines Volumen eingedampft, filtriert und mit Wasser ausgewaschen; Rückstand α, Lösung β. α wurde in Salzsäure gelöst, einige Tropfen Schwefelsäure zugegeben, zur Trockne verdampft, mit verdünnter Salzsäure aufgenommen und filtriert; Rückstand *a*, Lösung *b*. *a* wurde verascht, die SiO_2 mit Fluß-Schwefelsäure verjagt, mit Natriumpyrosulfat aufgeschlossen, in Wasser gelöst und filtriert; das Filtrat mit Wasserstoffsuperoxyd in schwefelsaurer Lösung geprüft ergab keine Reaktion. Der Rückstand wurde mit Kaliumkarbonat aufgeschlossen, die Schmelze in Wasser gelöst, filtriert, gewaschen und das Filter, die Karbonate von *Ba* und *Sr* enthaltend, aufbewahrt.

Lösung *b* wurde mit Chlorammon, Ammoniak und Schwefelammon versetzt und gefällt, hierauf filtriert, das Filtrat mit Salzsäure angesäuert, eingedampft, der ausgeschiedene Schwefel abfiltriert, das Filtrat zur Fällung von Mangan-Spuren mit Bromwasser und

[1]) Jahrb. 1916, 1. Heft, pag. 73.

Ammoniak behandelt, das Filtrat hievon mit Ammonkarbonat gefällt, filtriert, gewaschen und den so erhaltenen Karbonat-Niederschlag samt dem oben verbliebenen Filter verascht, *Ba* und *Sr* nach dem Engelbach'schen Verfahren durch Glühen auf dem Gebläse und Auskochen mit wenig Wasser angereichert, filtriert, mit Essigsäure angesäuert und konzentriert. Die mikrochemische Prüfung nach Schoorl ergab Spuren von Baryum und Strontium.

β wurde zur Trockne verdampft, der größere Teil nach Fresenius auf *Br* und *J* geprüft, der kleinere Teil auf *Li*; keiner dieser drei Bestandteile war in nachweisbaren Mengen vorhanden.

Quantitative Resultate.

Gesamt-Kohlensäure:

1. 557·1 *g* Wasser . . . 0·1785 *g* CO_2; 1 *kg* Wasser . . . 0·3204 *g* CO_2.
2. 585·35 *g* Wasser . . . 0·1845 *g* CO_2; 1 *kg* Wasser . . . 0·3152 *g* CO_2.

Durchschnitt: 0·3178 *g* Gesamt-CO_2 in 1 *kg* Wasser.

Ammoniak:

2 *kg* Wasser . . . 0·0040 *g* *Pt*
Gegenversuch . . — 0·0020 *g* *Pt*

0·0020 *g* *Pt*

1 *kg* Wasser . . . 0·0010 *g* *Pt* . . . 0·0001855 *g* NH_4.

Kieselsäure:

1. 2 *kg* Wasser . . 0·0205 *g* SiO_2
2. 2 *kg* Wasser . . 0·0210 *g* SiO_2.

Durchschnitt:

0·02075 *g* SiO_2 in 2 *kg* . . . 0·01350 *g* H_2SiO_3 in 1 *kg* Wasser.

Eisen und Aluminium:

2 *kg* Wasser . . . 0·0075 *g* $Fe_2O_3 + Al_2O_3$; 1 *kg* Wasser . . . 0·00375 *g* $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ [1]).

Kolorimetrische Eisen-Bestimmung: 250 *g* Wasser verbrauchten 2·3 cm^3 Mohr'scher Vergleichs-Lösung, entsprechend 0·23 *mg* *Fe*;

1 *kg* Wasser . . . 0·00092 *g* *Fe* . . . 0·001315 *g* Fe_2O_3

0·00375 *g* $Fe_2O_3 + Al_2O_3$
— 0·001315 *g* Fe_2O_3

0·002435 *g* Al_2O_3 . . . 0·001291 *g* *Al* in 1 *kg* Wasser.

Calcium:

2 *kg* Wasser . . . 0·4335 *g* *CaO*; 1 *kg* Wasser . . . 0·1549 *g* *Ca*.

Magnesium:

2 *kg* Wasser . . . 0·9050 *g* $Mg_2P_2O_7$; 1 *kg* Wasser . . . 0·09899 *g* *Mg*.

[1]) Phosphorsäure war nur in Spuren vorhanden, siehe weiter unten.

Alkalien:

2 *kg* Wasser . . . 0·1270 *g* $KCl + NaCl$, 0·0220 *g* K_2PtCl_6.

	$KCl + NaCl$	K_2PtCl_6	KCl	K
1 *kg* . . .	0·0635 *g*,	0·0110 *g* . . .	0·003378 *g* . . .	0·001773 *g*.
	— 0·0034 *g* KCl			
	0·0601 *g* $NaCl$ . . . 0·02368 *g* Na.			

Chlor:

1 *kg* Wasser . . . 0·09525 *g* $AgCl$ . . . 0·02355 *g* Cl.

Schwefelsäure:

1 *kg* Wasser . . . 1·2732 *g* $BaSO_4$ . . . 0·5238 *g* SO_4.

Phosphorsäure: 5 *kg* Wasser . . . Spur.

Salpetersäure, kolorimetrisch mit Brucin und Kaliumnitrat-Lösung bestimmt, ergab für

1 *kg* Wasser . . . 20 *mg* N_2O_5 . . . 0·02296 *g* NO_3.

Salpetrige Säure ist nicht vorhanden.

Mangan, Baryum, Strontium und organische Substanzen sind in Spuren vorhanden, Lithium, Brom, Jod und Titan sind nicht nachweisbar.

Abdampf-Rückstand (bei 110° C getrocknet):

0·5 *kg* Wasser . . . 0·5405 *g*; 1 *kg* . . . 1·0810 *g*.

Spezifisches Gewicht: 1·00114 bei 16·4° C bezogen auf Wasser von 16·8° C.

Temperatur: 9·6° C am 3. Dezember 1913 bei 9·5° C Luft-Temperatur.

Ergiebigkeit: 120 *hl* in 24 Stunden.

Im folgenden sind die Resultate in derselben Weise berechnet und zusammengestellt, wie dies im deutschen und österreichischen Bäderbuch geschehen ist. Zur leichteren Orientierung über den chemischen Charakter dieses Mineralwassers haben wir überdies noch als vierte Kolonne die relativen Aequivalent-Prozente angegeben.

In 1 *kg* Wasser sind enthalten:

Kationen	Gramm	Milli-Mol	Milligramm-Aequivalente	Relative Aequivalent-Prozente
Ammonium-Ion ($NH_4^{\cdot}$)	0·0001855	0·01027	0 01027	0·06
Kalium-Ion ($K^{\cdot}$) . . .	0·001773	0·04529	0·04529	0·26
Natrium-Ion ($Na^{\cdot}$) . .	0·02368	1·027	1·027	6·00
Calcium-Ion ($Ca^{\cdot\cdot}$) . .	0·1549	3·861	7·722	45·13
Magnesium-Ion ($Mg^{\cdot\cdot}$)	0·09899	4·064	8·128	47·50
Ferro-Ion ($Fe^{\cdot\cdot}$) . . .	0·00092	0·01646	0·03292	0·19
Aluminium-Ion ($Al^{\cdot\cdot\cdot}$)	0·001291	0·04765	0·14295	0·83
			17·11	100·0

In 1 *kg* Wasser sind enthalten:

Anionen	Gramm	Milli-Mol	Milligramm-Aequivalente	Relative Aequivalent-Prozente
Nitrat-Ion (NO_3') . . .	0·02296	0·3701	0·3701	2·16
Chlor-Ion (Cl')	0·02355	0·6643	0·6643	3·88
Sulfat-Ion (SO_4'') . . .	0·5238	5·453	10·906	63·74
Hydrokarbonat - Ion (HCO_3')	0·3151	5·165	5·165	30·19
	1·1672	20·72	17·11	100·0
Kieselsäure (meta) (H_2SiO_3)	0·01350	0·1718		
	1·1807	20·90		
Freies Kohlendioxyd (CO_2)	0·0906	2·059		
	1·2713	22·95		

Ferner Spuren von Baryum, Strontium, Phosphat und organischen Substanzen.

Die nach neuerer Berechnungsart durchgeführte Zusammenstellung zu Salzen ergibt folgende Tabelle:

	Gramm
Ammoniumchlorid (NH_4Cl)	0·0005494
Kaliumnitrat (KNO_3)	0·004583
Natriumnitrat ($NaNO_3$)	0·02764
Natriumchlorid ($NaCl$)	0·03826
Natriumsulfat (Na_2SO_4)	0·003454
Calciumsulfat ($CaSO_4$)	0·5257
Magnesiumsulfat ($MgSO_4$)	0·1803
Magnesiumhydrokarbonat [$Mg(HCO_3)_2$] . .	0·3756
Ferrohydrokarbonat [$Fe(HCO_3)_2$] . . .	0·002929
Aluminiumsulfat [$Al_2(SO_4)_3$]	0·008155
	1·1672
Kieselsäure (meta) (H_2SiO_3)	0·01350
	1·1807
Freies Kohlendioxyd (CO_2)	0·0906 [1])
	1·2713

[1]) 47·44 cm^3 bei 9·6° C und 760 *mm*.

Die Summe der gelösten festen Bestandteile beträgt 1·1807 *g*, wobei Sulfat- und Hydrokarbonat-, Calcium- und Magnesium-Ionen vorwalten.

Dieses Wasser ist demnach als erdalkalisch-sulfatische Bitterquelle zu bezeichnen.

Bemerkenswert ist der hohe Gehalt an Nitrat-Ion (23 *mg*).

Das Heiligenstädter Mineralwasser ist in seiner chemischen Zusammensetzung der erdalkalisch-sulfatischen Quelle von Alt-Prags (Bezirk Bruneck, Tirol) am ähnlichsten; auch die Temperatur dieser beiden Quellen ist nur wenig verschieden (Heiligenstadt 9·6° C, Alt-Prags 9·4° C), während die „Heilbrunn"-Quelle von Mitterndorf (Bezirk Gröbming, Steiermark), deren Zusammensetzung dem Heiligenstädter Wasser ebenfalls nahe kommt, eine Therme von 23·4° C ist.

Vergleichende Tabelle der chemischen Zusammensetzung dieser drei Quellen.

In 1 *kg* Wasser sind enthalten:

	Heiligenstadt		Alt-Prags		Mitterndorf	
	Gramm	Milligramm-Aequivalente der Hauptbestandteile	Gramm	Milligramm-Aequivalente der Hauptbestandteile	Gramm	Milligramm-Aequivalente der Hauptbestandteile
NH_4	0·0001855		Spur		Spur	
K	0·001773		0·01445		0·001353	
Na	0·02368		0·02079		0·008983	
Ca	0·1549	7·722	0·1717	8·557	0·1674	8·342
Mg	0·09899	8·128	0·06675	5·480	0·05478	4·496
Fe	0·00092		0·000311		0·0001399	
Al	0·001291		0·0001061		0·0007427	
NO_3	0·02296		Spur		Spur	
Cl	0·02355		0·0022		0·01137	
SO_4	0·5238	10·906	0·5099	10·616	0·478	9·952
HPO_4	Spur		0·0006761		Spur	
HCO_3	0·3151	5·165	0·2831	4·640	0·1881	3·084
	1·1672		1·0700		0·911	
H_2SiO_3	0·01350		0·006103		0·01106	
Org. Sub.	Spur		Spur		0·00890	
	1·1807		1·0760		0·931	
CO_2 frei	0·0906		0·003029		0·0283	
	1·2713		1·079		0·959	

Hauptbestandteile der Salztabelle in Gramm pro 1 *kg*:

	Heiligenstadt	Alt-Prags	Mitterndorf
$CaSO_4$ . . .	0·5257	0·5825	0·5682
$MgSO_4$ . . .	0·1803	0·05132	0·0853
$Mg(HCO_3)_2$.	0·3756	0·3388	0·2253

Das Heiligenstädter Wasser ist also relativ und absolut etwas reicher an Magnesium, Hydrokarbonat und Sulfat als die beiden anderen Wässer und steht dadurch zwischen den erdalkalisch-sulfatischen Quellen und erdalkalischen Bitterquellen den letzteren etwas näher als die Alt-Pragser und Mitterndorfer Quelle.

Gesellschafts-Buchdruckerei Brüder Hollinek, Wien III. Steingasse 25.

Tafel IX.

O. Ampferer:

Gosau—Windkanter.

Erklärung zur Tafel IX.

Fig. 1. Rötlicher fluidal struierter Felsophyr mit einzelnen dunkleren Lagen. Die Kanten zwischen den 3 wohlausgebildeten Flächen sind ziemlich gut erhalten. In den polierten Flächen zeigen sich die Feldspäte als kleine Narben, eine Erscheinung, die bei allen übrigen Felsophyren auch auftritt. Einöd bei Pfaffstätten.

Fig. 2. Bläulichgrauer Felsophyr mit braunen Einschlüssen. Es sind 2 Ecken, eine schärfere und eine stumpfere aus 4 Flächen gebildet. Einöd.

Fig. 3. Apfelgrüner, oolithischer Quarzit. Die Unterseite bildet eine ziemlich ebene Fläche. An der Oberseite verschneiden sich zwei flachgewölbte Flächen zu einer geraden Kante. Dieses Geschiebe ist durch den späteren Transport nur wenig abgestumpft worden. Großer Sattel bei Gießhübel.

Fig. 4. Rötlicher Kalk, der in schwarzen übergeht. Hier sind als Seltenheit 3 konkave Flächen ausgeschliffen, die sich in einer Ecke vereinen. Die Rückseite ist abgerundet. Einöd.

Fig. 5. Rötlicher Felsophyr. Dieses Geschiebe hat eine gewölbte Grundfläche, welcher eine flache Pyramide mit 2 gleichen größeren Flächen aufgesetzt ist. Das Geschiebe ist nachträglich seitlich verdrückt. Einöd.

Fig. 6. Schwärzlicher Felsophyr. 3 ungefähr gleiche und 1 kleinere Fläche schneiden sich in meist schmalen Kanten. Einöd.

Fig. 7. Grünlicher Felsophyr mit schwarzen Einschlüssen. Dieses Geschiebe zeigt ein keilförmiges Ende, in dem sich 4 gut ausgebildete Flächen treffen. Eine der Flächen ist mit einem Hohldruck verziert. Einöd.

Fig. 8. Weißlichgrüner Felsophyr mit schwarzen Einschlüssen. Dieses Geschiebe bildete ein sehr regelmäßiges Tetraeder, dessen Kanten aber teils abgerollt, teils durch Frost abgesprengt sind. Starke Verwitterungsrisse. Großer Sattel.

Fig. 9. Blaßrötlicher, weiß und grün gefleckter Felsophyr. Die eine Seite dieses Gerölles ist wie ein Bleistift durch 4 glatte Flächen auffallend zugeschärft. Auch dieses Gerölle zeigt eine starke Eindrückung. Einöd.

Fig. 10. Schwärzlichroter Felsophyr. Ein Tetraeder mit 2 etwas konkaven Flächen. Ziemlich stark gerundete Kanten. Einöd.

Sämtliche Geschiebe sind in ca. $^3/_5$ Größe abgebildet.



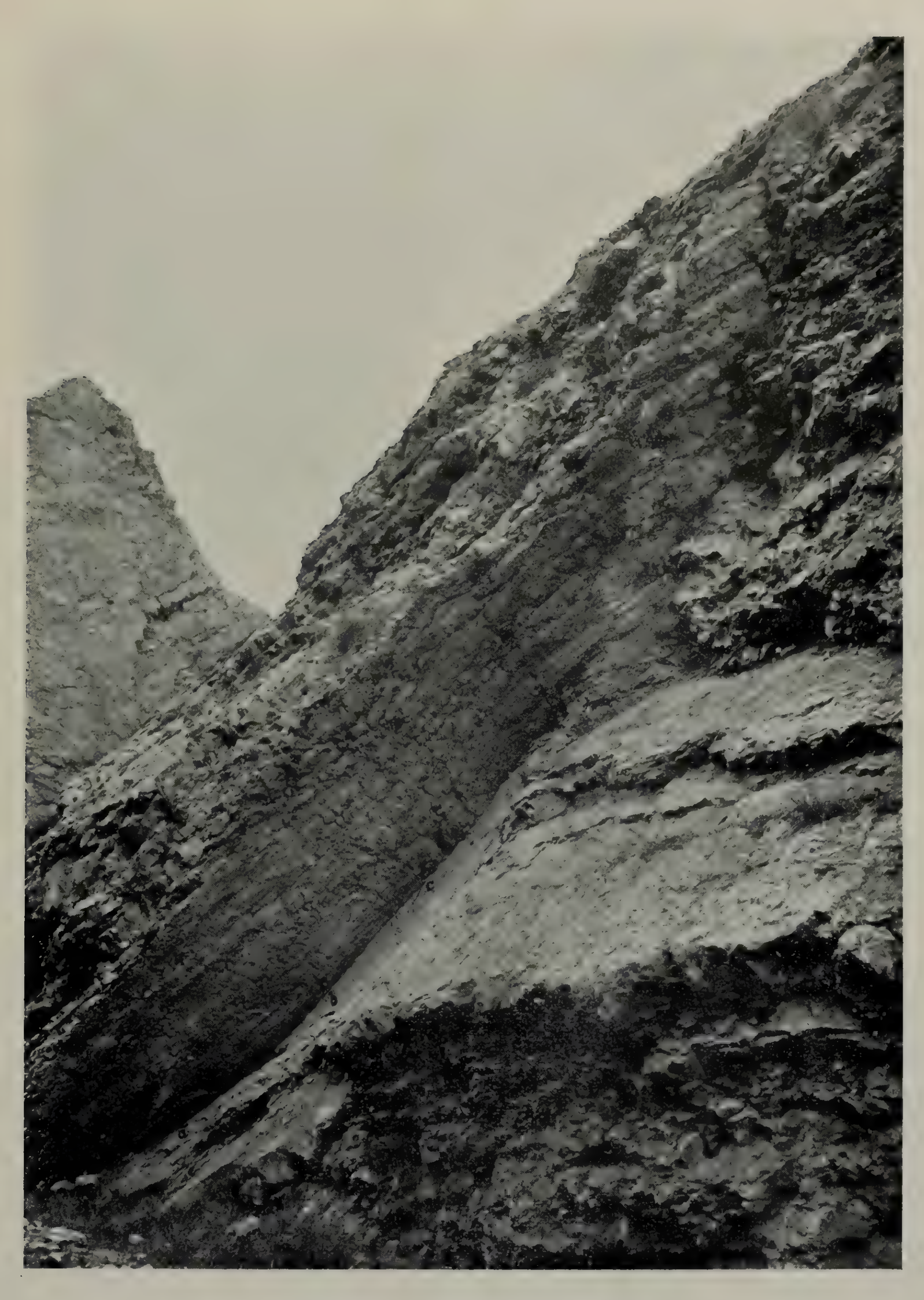
Abb. 1.



Abb. 2.

Abb. 1. Kleinfaltung in obersilur. Kalken. Barrandefelsen. S. 21 und 58.
Abb. 2. Störungen in g_1. Braniker Felsen N. S. 48.

Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt, Bd. LXVI, 1916.
Verlag der k. k. Geologischen Reichsanstalt, Wien III. Rasumofskygasse 23.



Schichtenparallele Querverschiebung in g_1.

Schwagerka bei Slichow. S. 28.



Abb. 1.



Abb. 2.

Abb. 1. Mulde von Dworetz. Steinbruch der Podoler Zementfabrik. S. 29.

Abb. 2. Schichtenparallele Querverschiebungen. Ebenda. S. 30.

Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt, Bd. LXVI, 1916.
Verlag der k. k. Geologischen Reichsanstalt, Wien III. Rasumofskygasse 23.

Schichtenparallele Querverschiebung in unterkambrischen Sandsteinen
Steinbruch bei der Schmelzhütte von Przibram. S. 31.

Lichtdruck M. Jaffé, Wien.

Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, Bd. LXVI. 1916.
Verlag der k. k. geologischen Reichsanstalt, Wien, III., Rasumofskygasse 23.



Abb. 1.

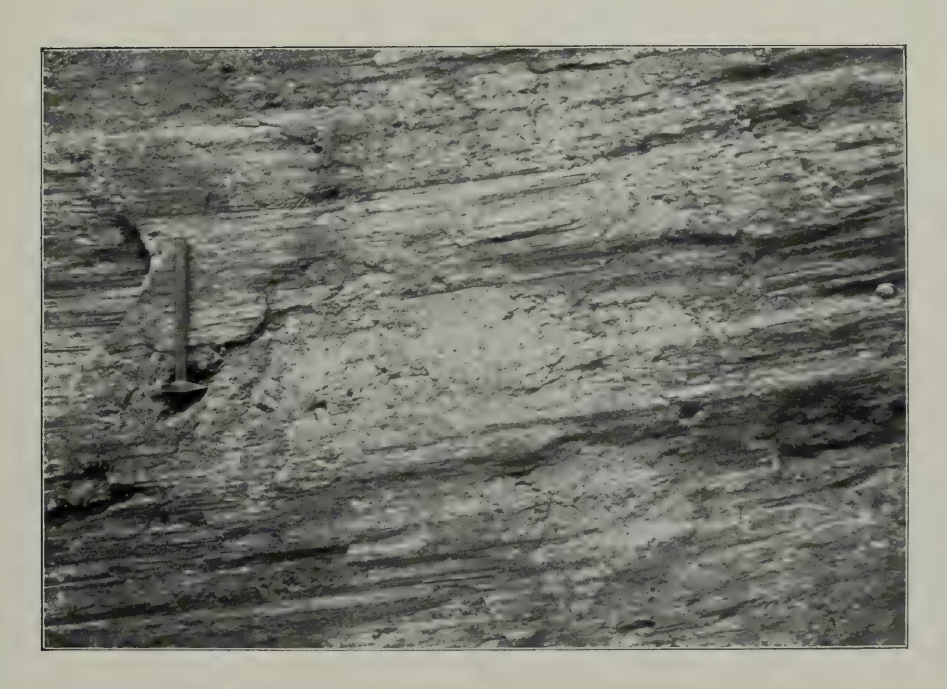
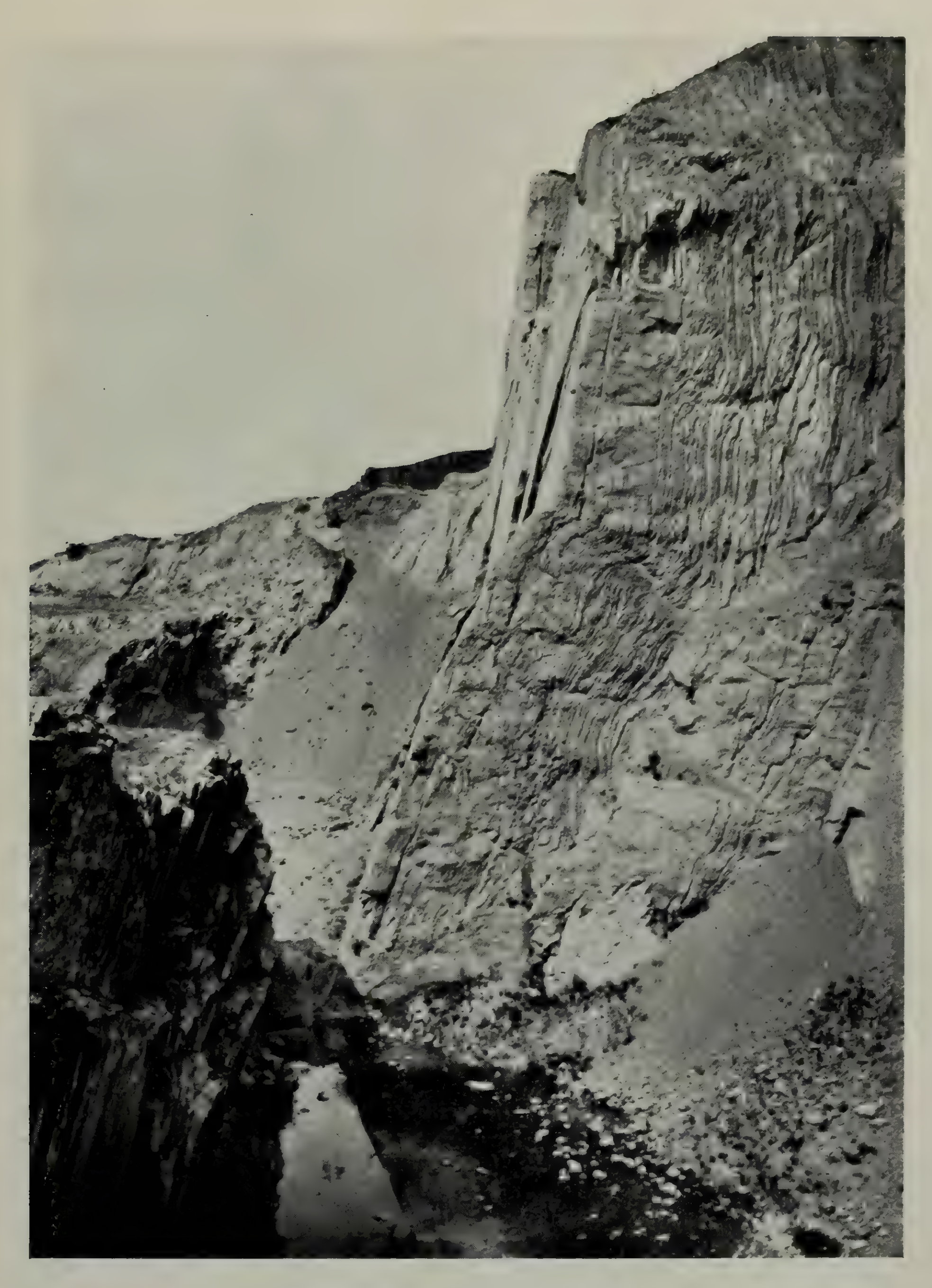


Abb. 2.

Abb. 1. Schichtenparallele Längsverschiebung in g_3. Hluboczep. S. 33.
Abb. 2. Nahaufnahme desselben Längsbruches. S. 34.

Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt, Bd LXVI, 1916.
Verlag der k. k. Geologischen Reichsanstalt, Wien III. Rasumofskygasse 23.



Querbruch (Horizontalverschiebung) in g_3.

Hluboczep. S. 36.



Längsbruch (Ueberschiebung) in $g_3\alpha$ bei Slichow. S. 40.

Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt, Bd. LXVI, 1916.
Verlag der k. k. Geologischen Reichsanstalt, Wien III. Rasumofskygasse 23.



Abb. 1.



Abb. 2.

Abb. 3.

Abb. 1. Ueberschiebung von f_2 auf g_1. Slichow. S. 43.

Abb. 2 und 3. Gefalteter und gehärteter Graptolithenschiefer $e_1\alpha$ in Diabas. Tal von Großkuchel. S. 55.

Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt, Bd. LXVI, 1916.
Verlag der k. k. Geologischen Reichsanstalt, Wien III. Rasumofskygasse 23.



Phot. u. Lichtdr. v. Max Jaffé, Wien.

Verlag der k. k. geologischen Reichsanstalt, Wien, III., Rasumofskygasse 23.

Inhalt.

1. Heft.

NB. Die Autoren allein sind für den Inhalt und die Form ihrer Aufsätze verantwortlich.

Gesellschafts-Buchdruckerei Brüder Hollinek, Wien III. Steingasse 25.

Ausgegeben Ende Mai 1917.

JAHRBUCH

DER

KAISERLICH-KÖNIGLICHEN

GEOLOGISCHEN REICHSANSTALT



JAHRGANG 1916. LXVI. BAND.

2. Heft.



Wien, 1917.

Verlag der k. k. Geologischen Reichsanstalt.

In Kommission bei R. Lechner (Wilh. Müller), k. u. k. Hofbuchhandlung

I. Graben 31.

Quellengeologie von Mitteldalmatien.

Von Dr. Fritz v. Kerner.

Mit zwei Tafeln (Nr. X und XI).

Die geologischen Bedingungen für das Erscheinen von Süßwasserquellen gestalten sich in Mitteldalmatien wechselvoll. Die Böden und Gesteine des Gebietes verhalten sich betreffs der Wasserführung sehr verschieden und der eigenartige Gebirgsbau bringt es mit sich, daß die in der Schichtfolge begründeten Berührungen durchlässiger und undurchlässiger Gesteine unter mannigfachen Lagerungsformen auftreten und man auch durch abnormen Schichtverband bedingte quellbildende Gesteinskontakte trifft. Manche der so zustande kommenden Quellen sind allerdings nur schwach und unbeständig; doch hat es Interesse, für ein Land, das, wie Dalmatien, großenteils als wasserarm zu bezeichnen ist, alle gegebenen Möglichkeiten des Austrittes von in den Boden eingedrungenen Niederschlägen festzustellen.

Die folgenden Ausführungen betreffen vorzugsweise die geologische Seite des Quellenphänomens. Es ist dies in dem Umstande begründet, daß sie das Ergebnis aufnahmsgeologischer Studien sind. Es ist zwar auch der Aufnahmsgeologe sehr bestrebt, die in seine weitere Interessensphäre fallenden veränderlichen hydrologischen Erscheinungen unter möglichst verschiedenen Verhältnissen in Augenschein zu nehmen, so insbesondere Quellen in Gegenden mit deutlich ausgeprägter jährlicher Niederschlagsperiode in der nassen und trockenen Jahreszeit zu besuchen, eventuell auch den Einfluß von kurzen Regen- und Trockenperioden auf Quellen kennen zu lernen; die diesbezüglichen Bestrebungen stoßen aber nur zu oft auf Hindernisse und es fehlt an der Gelegenheit, jene Summe von Daten zu gewinnen, die einen vollen Ueberblick der periodischen und unperiodischen Variationen einer Quelle bieten kann. Das, was sich auf Grund von bei geologischen Aufnahmen gesammelten Erfahrungen über die veränderlichen Eigenschaften der Quellen feststellen läßt, bleibt unter diesen Umständen bestenfalls nur Stückwerk. Was die Temperatur der Quellen anbelangt, so wurde keine Gelegenheit verabsäumt, sie zu messen, es konnte dies aber auch nur für das Studium der Geologie der Quellen insofern dienlich sein, als größere Temperaturdifferenzen mit genetischen Verschiedenheiten Hand in Hand gehen, so daß ein von den Quellen der Umgebung stärker abweichendes thermisches Verhalten einer Quelle darauf hinweist, daß dieselbe von anderer Entstehungsart sei oder einer diesbezüglich aus dem geologischen Befunde geschöpften Vermutung zur Bestätigung verhelfen kann. Zu einer Feststellung der

Temperaturverhältnisse der Quellen erschienen diese Messungen jedoch noch unzureichend, da selbst die angenäherte Bestimmung des zunächst hier in Betracht zu ziehenden Wertes, d. i. des Jahresmittels — sofern sie auf sehr wenige Messungen gestützt wird — voraussetzt, daß diese Messungen zu besonderen Terminen stattfinden und gerade dieser Bedingung bei geologischen Aufnahmen nur schwer entsprochen werden kann.

Uebersicht der Quellformen.

Verhalten der Gesteine und Böden zum Wasser.

A. Tonschiefer, Mergel und undurchlässige Böden. Tonhältige Gesteine von sehr verschiedener Beschaffenheit treten in Mitteldalmatien in zahlreichen geologischen Horizonten auf. Sie nehmen an der Zusammensetzung derselben entweder einen wesentlichen Anteil oder spielen nur die Rolle von Einlagerungen in durchlässigen Schichten. Es sind hier folgende Tongesteine zu erwähnen:

1. Dünnblättrige Tonschiefer von dunkelroter, graugrüner oder grauvioletter Farbe in den unteren Werfener Schichten. Sie bilden neben glimmerreichen Sandsteinschiefern den Hauptbestandteil dieses untersten Gliedes der Trias am Südfuße der Svilaja.

2. Blättriger grünlichgrauer Schieferton in den oberen Werfener Schichten der Svilaja. Er spielt unter den Gesteinsvarietäten dieses Horizontes eine untergeordnete Rolle.

3. Fein zerblätternde rotbraune, dunkelgrüne und violette Schiefertone im oberen Muschelkalke. Durchzogen von dünnen Lagen eines roten Knollenmergels bilden sie die Hauptmasse der Schichten, welche im Suvajatale zwischen dem Han Bulogh-Kalke und einem dunklen Hornsteinkalke liegen, der den Buchensteiner Horizont vertreten dürfte.

4. Ein scharfkantig zersplitterndes hartes bräunliches Tuffgestein in dem eben erwähnten mutmaßlichen Aequivalente der unteren ladinischen Stufe.

5. Ein zu mörtelähnlichem Schutte zerfallendes weißliches Tongestein in den Wengener Schichten. Es setzt in Verbindung mit splittrigen grauen und grünen Tuffen und Kieselschiefern die tuffigen Ablagerungen der mittleren ladinischen Stufe zusammen. Solche Ablagerungen erscheinen im Suvajatale in zwei Niveaus; in einem tieferen, ohne sichtbaren Zusammenhang mit Eruptivgesteinen und in einem höheren im unmittelbaren Hangenden eines Deckenergusses von Augitporphyrit.

6. Knolliger lichtgelblicher Kalkmergel in der Küstenfazies des Mitteleocäns. Er bildet in einem Teile der Verbreitungsregion dieser Fazies eine ziemlich mächtige Schichtmasse im Hangenden des Hauptnummulitenkalkes.

7. Muschlig brechende gelbliche und lichtgraue Mergel im Flysch und in den Prominaschichten. In der Flyschformation nehmen sie

einen ziemlich großen Anteil am Aufbaue der mergeligen Schichtfolgen; in den fluviatilen Prominaschichten erscheinen sie in unserem Gebiete nur als geringfügige Einschaltungen.

8. Engklüftiger grünlichgrauer Mergel in den beiden eben genannten Fazies des höheren Eocäns. Er bildet in oftmaligem Wechsel mit dünnen Bänkchen von gelblichbraunem Kalksandstein einen Hauptbestandteil der Flyschformation. In den Prominaschichten spielt er aber auch nur die Rolle eines untergeordneten Gesteinsgliedes.

9. Rötlich, gelb und bläulichgrau gebänderter Kalkmergel mit lagenweise eingeschalteten Ockerknollen in der unteren Abteilung des Neogens bei Sinj. Durchzogen von vielen Bänken eines sandigen gelblichgrauen Mergels bildet er einen Hauptbestandteil dieses noch der sarmatischen Stufe zuzurechnenden Horizontes des dalmatischen Jungtertiärs. Ihm ähnlich ist ein bläulicher Kalkmergel mit Ockerknollen, welcher im Sutinatale in einem Niveau der mittleren Neogenpartien auftritt.

10. Grobmuschlig brechende, scherbig zerfallende hellgraue Mergelkalke der Congerienstufe. Sie setzen für sich allein ohne Wechsellagerung mit anders gearteten Schichten je einen Teil des mittleren Neogens im Sutinatale und am Nordrande des Sinjsko polje und die Hauptmasse des Neogens am Südrande dieser Karstebene zusammen. Als untergeordneter Bestandteil der höheren jungtertiären Schichten im Sutinatale und bei Sinj treten auch dunkelgraue Mergel auf.

11. Terra rossa. In den von roter Erde ausgefüllten kleinen Poljen zeigt sich zwar nicht jene Neigung zur Versumpfung, welche man im Innern jener Poljen wahrnimmt, deren Untergrund durch tertiäre Mergel gebildet wird, so daß es scheint, als ob die Terra rossa minder undurchlässig wäre als von Mergeln stammender Verwitterungslehm. Doch finden sich in ihrem Bereiche ständige Wassertümpel (Lokven) auch über zerklüftetem Kalkboden, woselbst dann nur die rote Erde die Zurückhaltung des Wassers bedingen kann. Auch zeigen räumlich ausgedehnte Anhäufungen von Terra rossa die Reliefformen undurchlässigen Geländes. Die gebräuchliche Uebersetzung des Wortes nicht mit „Karsterde", sondern mit „Karstlehm" weist gleichfalls auf die Eigenschaft der Undurchlässigkeit hin. Für die Quellbildung kommt die Terra rossa als Wasser zurückhaltende Unterlage aus dem Grunde kaum in Frage, weil sie, wo sie in größeren Massen auftritt, meist die oberste Bodenschichte bildet und nur ausnahmsweise und auch dann nur lokal noch von einer durchlässigen jüngeren Schichte, etwa von rezentem Gebirgsschutte überlagert wird. Dagegen spielt die Terra rossa bei der Quellbildung eine Rolle, wenn sie zerklüftete Kalkschichten durch vollständige Verstopfung aller Klüfte undurchlässig macht.

12. Lehme in den älteren quartären und in den rezenten Flußanschwemmungen.

B. Dolomite. Die mesozoischen Dolomite von Dalmatien nehmen in hydrologischer Beziehung eine Sonderstellung ein. Sie erweisen sich als minder durchlässig als die Kalke, vermögen aber das Wasser weit

weniger zurückzuhalten als Tonschiefer und Mergel. Hiebei erfährt die Stellung des Dolomites in der Gesteinsreihe, deren Endglieder durch den Kalk und Schieferton gebildet werden, mit der Aenderung der Niederschlagsmengen eine große Verschiebung. Geringe Wassermengen vermögen in den Dolomit einzudringen, er spielt dann die Rolle einer durchlässigen Gesteinsart und tritt in Gemeinschaft mit dem Kalke in Gegensatz zu den tonigen Gesteinen, in deren Bereich selbst kleinen Wassermengen ein Eindringen verwehrt und ein oberflächlicher Abflußweg gewiesen wird. Für die gewaltigen Wassermassen heftiger Regengüsse ist die Aufnahmsfähigkeit des Dolomites aber nicht ausreichend.

Der größte Teil des Wassers fließt dann oberflächlich ab, der Dolomit erscheint als ein undurchlässiges Gestein und tritt im Vereine mit den Tonschiefern und Mergeln in Gegensatz zum Kalke, in dessen oft einem Sieb verglichenen Gelände selbst große Wassermassen an Ort und Stelle verschluckt werden und ein oberflächliches Abfließen sogar bei Wolkenbrüchen nur vorübergehend vorkommt. So erklärt es sich, daß der Dolomit die für undurchlässiges Terrain bezeichnenden zertalten Landschaftsformen zeigen kann und dennoch dort, wo er von durchlässigem Boden überlagert wird, oft keine Quellbildung bedingt. Um eine solche zu veranlassen, müßten auch die Sickerwässer, welche an die obere Grenzfläche einer Dolomitschichte gelangen, an dieser zurückgehalten werden, für die allmähliche Herausbildung einer zertalten Landschaftsform genügt es, wenn bei heftigen Regengüssen auch nur ein Teil der Wassermassen zu oberflächlichem Abflusse gezwungen ist. Die Zertalung der Dolomitgelände ist übrigens viel weniger weitgehend als jene der Tonschiefer- und Mergelregionen. Jene durch vielverzweigte Wasserrinnen zerschnittenen Gehänge, die mit ihrem Gewirre von tiefen Furchen und steilen Graten an die stark überhöhten künstlichen Hochgebirgsreliefs erinnern und in Dalmatien im Gebiet der unteren Werfener Schiefer und der neogenen Mergel angetroffen werden und die typische Oberflächenform des entblößten undurchlässigen Bodens darstellen, sucht man in den Dolomitregionen dieses Landes wohl vergebens. Dagegen tritt die Neigung zur Zertalung in denselben klar hervor, wenn man sie mit den Karstreliefs der Kalkgebiete vergleicht.

Es muß jedoch bemerkt werden, daß auch die für den Karst bezeichnenden Reliefformen im Dolomite auftreten können; so sind die Dolomitzonen zwischen Ugljane und Budimir (südöstl. vom Sinjsko Polje) reich an Dolinen, auch Höhlen kommen im Dolomite vor. (Höhle im Graben zwischen Dolnji Korito und Strazbenica staje östlich vom Sinjsko Polje.)

Auch hinsichtlich der Oberflächenform im Kleinen, hinsichtlich des Felsreliefs läßt sich behaupten, daß der Dolomit in Dalmatien Beziehungen zum Karstkalke zeigt. Die eigentümlichen Felsgebilde, welche man nicht selten in Dolomitgebieten antrifft, erscheinen wie eine Milderung und Abschwächung der scharf gezeichneten Felsformen in den Karrenfeldern.

Als Ursache der im Vergleiche zum Kalk geringeren Aufnahmsfähigkeit des Dolomites für Regenwasser sind verschiedene Möglich-

keiten erwogen worden. Zunächst ein Ausbleiben der im Kalke stattfindenden Erweiterung der Klüfte, dann eine teilweise Verlegung derselben durch den bei der Verwitterung sich bildenden Dolomitgrus. In neuerer Zeit wurde auch angenommen, daß der Dolomit in frischem Zustande überhaupt fast gar nicht zerklüftet sei und nur in seinen oberflächlichen Verwitterungsschichten genügend viele Lücken und Hohlräume besitze, um Wasser in mäßiger Menge in sich aufzunehmen.

Ihrem Alter nach gehören der Dolomit und die dolomitischen Kalke des hier besprochenen Gebietes teils der Trias, teils dem Lias und Jura, teils der Kreide an. Der Triasdolomit zeigt eine größere Neigung zu oberflächlicher Zerklüftung als jener der Jura- und Kreideformation und kann so wohl etwas mehr Regenwasser verschlucken. Die Neigung zu zertalten Landschaftsformen kommt ihm aber in höherem Grade zu. Daß sich demnach bei ihm bei größerer Durchlässigkeit zugleich eine Eigenschaft des undurchlässigen Bodens in stärkerem Maße ausprägt, beinhaltet nach dem vorhin Gesagten keinen Widerspruch. Mit der intensiveren Zerklüftung geht eine stärkere Lockerung der oberflächlichen Gesteinsschichten Hand in Hand und diese wird einer Steigerung der Erosionswirkungen von Regenfluten günstig sein.

Ein deutliches Beispiel dafür, daß starke Zertalung mit großer Durchlässigkeit verknüpft sein kann, liefern in Dalmatien die Lemešschichten. Die breite Zone von Tithon auf der Südseite der Svilaja hebt sich durch stark entwickelte Ravinenbildung scharf gegen die umgebenden verkarsteten Regionen ab. Die Duboka- und Turska Draga gehen aus einem reich verästelten System von Erosionsfurchen hervor. Diese Furchen führen aber nirgends dünne Wasserfäden, wie man sie in jenen Rinnen antrifft, die in mit Schutt und Humus überdeckte Werfener Schiefer, Flyschmergel und Kongerienmergel eingeschnitten sind. Die Lemešschichten verhalten sich als Hornstein führende klüftige Plattenkalke wie durchlässiges Terrain. Die starke Zertalung ist in ihrem Bereiche ausschließlich die Wirkung heftiger Gußregen auf ein sehr leicht zerbröckelndes Gestein. Am Monte Lemeš selbst tritt allerdings in den nach ihm benannten Schichten die schöne Quelle Zdain zutage. Für diese ist jedoch eine besondere Entstehungsweise anzunehmen. Die Erosionsfurchen am Lemešberge sind auch alle ohne Wasserfäden.

C. Kalke. Die Rolle, welche der Kalk ziemlich unabhängig von seinen petrographischen und geologischen Merkmalen in der Hydrologie des Karstes spielt und die ihm so in jedem einzelnen Gebiete zukommt, gleichviel von welcher geologischen Beschaffenheit dasselbe auch sein mag, wurde schon so oft und gründlich abgehandelt, daß darüber in einer Spezialarbeit kein Wort mehr zu verlieren ist. Um so mehr ist aber des Vorkommens von Fällen zu gedenken, in welchen er jene wohlbekannte Rolle nicht spielt. Solche Fälle als „Ausnahmen“ zu bezeichnen, sei jenen überlassen, welche sich zu didaktischen Zwecken bemüßigt sehen, alle Erscheinungen in der Natur in Regeln und Gesetze einzuzwängen. Betreffs der geo- und hydrophysikalischen

und meteorologischen Gesetze ist kein Zweifel möglich, daß sie auch ohne Dazwischentreten menschlicher Gehirne genau ebenso bestünden, wie wir sie ergründen und erkennen. Auf den übrigen erdkundlichen Gebieten erscheint es aber für den, den nicht Zwecke der vorhin erwähnten Art zum Schematisieren drängen, besser, sich jeder gesetzgeberischen Tätigkeit zu enthalten. Er läuft sonst allzusehr Gefahr, in die unerfreuliche Lage Desjenigen zu kommen, der Verordnungen erläßt, ohne die Macht dazu zu haben, ihre Befolgung zu erzwingen [1]).

Obschon die Durchsetzung des Kalkes mit mehr oder weniger wegsamen Klüften eine allgemeine Erscheinung ist, muß dennoch daran festgehalten werden, daß es sich hiebei um eine betreffs ihrer Entwicklungsart von Zufälligkeiten abhängige sekundäre Gesteinsveränderung handelt, und daß die Möglichkeit vorliegt, daß stellenweise das Gestein von Klüften frei bleibt, eventuell auch die vorhandenen Klüfte nicht wegsam sind. In der Tat stößt man in dalmatinischen Karstgebieten zuweilen auf ziemlich ausgedehnte, viele Meter im Gevierte messende Felsschichtflächen, welche von keiner einzigen Kluft durchsetzt sind, so daß die im Bereiche einer solchen Fläche auffallenden Niederschläge gerade so oberflächlich abfließen müssen wie auf Tonschieferboden. Diese Vorkommnisse sind allerdings zu selten und räumlich zu beschränkt, als daß durch sie in Hinsicht auf Quellbildung die bekannte Rolle des Kalkes in Frage gestellt würde. Man muß aber die Möglichkeit ins Auge fassen, daß gelegentlich, unter besonderen Bedingungen ein solches Fortbestehen der dem Kalke ursprünglich zukommenden Eigenschaft der Undurchlässigkeit doch auch für die Quellbildung von merklichem Einflusse werden kann. In der Tat trifft man in einem Teile unseres Gebietes Vorkommnisse, welche auf ein Merkbarwerden eines solchen Einflusses hinweisen. Sie werden später genau beschrieben werden.

Das Vorkommen von Fällen, in welchen der Kalk streckenweise nicht zerklüftet ist, spricht gegen einen allgemeinen Zusammenhang der Kluftnetze. Wasseradern im Karstkalke können aber auch schon beim Vorhandensein von Klüften durch deren völlige Verstopfung mit Höhlenlehm ihren Zusammenhang verlieren.

Den Kalken völlig analog verhalten sich in hydrologischer Beziehung die festgefügten Kalkbreccien und Kalkkonglomerate, welche auch ein scharf ausgeprägtes Karstrelief zeigen. Die eckigen oder abgerundeten Fragmente dieser klastischen Gesteine sind fest aneinander gepreßt oder durch steinharte Zwischenmittel fest verkittet, so daß hier eine Fortleitung des Wassers längs der Grenzen der Bruchstücke völlig ausgeschlossen ist und sich das Gestein wie ein homogener Kalk verhält, d. h. an sich ganz undurchlässig ist und erst sekundär infolge von Zerklüftung diese Eigenschaft verliert.

---

[1]) Sollte es unter diesem Gesichtswinkel vielleicht statthaft sein, die Frage aufzuwerfen, ob es mehr als bloßer Zufall sei, daß von zwei großen Geologen, bei denen man in Sachen der Karsthydrographie eine völlige Unbefangenheit des Urteils voraussetzen darf, derjenige, welcher sich an die akademische Jugend wendet (Kayser, Lehrbuch der Geologie) die Anschauungen A. Grunds vertritt und derjenige, welcher sich an Hydrotechniker wendet (Keilhack, Grundwasser und Quellenkunde) den Darlegungen F. Katzers folgt?

Den reinen Kalken ähnlich verhalten sich hinsichtlich ihres Einflusses auf die Quellbildung auch die einen sehr geringen Tongehalt aufweisenden Kalksteine.

Hieher gehören manche Faziesentwicklungen der Cosinaschichten und des oberen Foraminiferen- (Milioliden-) Kalkes, ein großer Teil der nicht konglomeratischen Prominaschichten und die ungefähr gleichaltrigen Gesteine auf der Südseite des Opor, sodann die Liegendschichten der Flyschmergel am Südabhang des Mosor, endlich die mittleren und oberen Partien des Neogens im Cetinagebiete, soweit dieselben nicht in Mergelfazies entwickelt sind.

Die meisten dieser Gesteine zeigen eine mehr oder minder vollkommene Absonderung in Platten und dieser Umstand weist auf eine starke polygonale Gesteinszerklüftung hin. Erscheint es auch verständlich, daß da ein Eindringen der atmosphärischen Wässer leicht erfolgt, so könnte man doch glauben, daß diese Form der Zerklüftung gegen die Tiefe zu abnehme, auch sollte man vermuten, daß der etwas tonige Kalkstaub, der sich bei der Verwitterung hier bildet, dazu beitrage, die Klüfte unwegsam zu machen. Trotzdem besitzen diese plattigen Kalksteine keine nennenswerte Fähigkeit, das Wasser in seinem Laufe zur Tiefe aufzuhalten. Wenn im Bereiche solcher Kalke eine Quellbildung erfolgt, ist sie an das Vorhandensein einer tonigen Zwischenschicht geknüpft und wo derartige Kalke an reine Kalke grenzen, kommt der Berührungsfläche beider nicht die hydrologische Bedeutung eines Kontaktes von schwer- und leichtdurchlässigem Gesteine zu. Betreffs der Landschaftsformen nehmen die in Rede stehenden Gesteine eher eine Mittelstellung zwischen reinem Kalk und Mergel ein. Das aus ihnen bestehende Terrain hat keinen Karstcharakter, es fehlt ihm aber auch die reichliche Durchfurchung der Abhänge, welche für das undurchlässige Gelände so bezeichnend ist.

D. Durchlässige Bodenarten. Hieher gehören die meisten Ablagerungen der letzten geologischen Vergangenheit und Gegenwart. Gehängeschutt, dessen ältere Partien zum Teil zu Breccien verfestigt sind, Trümmermassen von Bergstürzen, umgelagerte und umgeschwemmte quartäre Schuttanhäufungen (sofern sie nicht mit Lehmen stärker vermengt sind), altquartäre Sandablagerungen, ferner die zum Teil zu lockeren Konglomeraten zusammengebackenen Schotterdecken der postneogenen Flüsse und die Schotter und Sande in den Anschwemmungen der fließenden Gewässer der Jetztzeit sowie endlich die Geröllansammlungen am Meeresstrand.

Entstehungsformen der Quellen.

A. Karstquellen. Sie überragen wie in anderen Karstgebieten auch in Mitteldalmatien alle übrigen Quellbildungen weitaus an Wichtigkeit. Alle durch Stärke und Größe besonders ausgezeichneten Quellstränge unseres Gebietes gehören dieser Kategorie von Quellen an. In dieser Darstellung, welche die Mannigfaltigkeit der lithologischen und tektonischen Verhältnisse der Quellen zu beschreiben sucht, können die Karstquellen aber nicht in einem ihrer überragenden

Bedeutung entsprechenden Maße den absolut und relativ größten Raum einnehmen. Sie bilden als Spaltquellen im Kalkgebirge nur ein Glied in der Fülle der quellengeologischen Erscheinungen und auch ihre Beziehungen zur Tektonik liefern für eine vergleichende Gesamtdarstellung weniger Stoff als jene der übrigen Felsquellen. Sie bieten mehr für morphologische als für geologische Forschungen ein interessantes Ziel und es gestaltet sich darum ihr Studium bei Anwendung morphologischer Untersuchungsmethoden, besonders mit Hilfe der Höhlenforschung weit erfolgreicher als durch geologische Begehungen. Aus diesem Grunde soll hier auch davon Abstand genommen werden, das vielumstrittene[1]) Thema der Karsthydrologie in seiner Gesamtheit zu erörtern. Dem Vorwurf, mit einer solchen Erörterung etwas Ueberflüssiges zu leisten, wird derzeit nur Derjenige entgehen können, der betreffs aller hier in Betracht kommenden Fragen neues Beobachtungsmaterial beibringen kann. Für eine sehr wichtige Gruppe von karsthydrologischen Phänomenen, für die Wechselbeziehungen zwischen Ponoren, Karstquellen und Poljenüberschwemmungen läßt sich nun aber innerhalb des hier besprochenen Gebietes kein vollständiges Bild gewinnen, da das Sinjsko polje oberflächlich entwässert wird und das Mučko polje keine Karstquellen hat. Die zu den Karstquellen des Sinjsko polje gehörigen Ponore liegen aber weit außerhalb der Grenzen unseres Gebietes. Der karsthydrologische Erfahrungsschatz, welcher sich in diesem Gebiete bei Gelegenheit geologischer Aufnahmen sammeln läßt, betrifft hauptsächlich die horizontale und vertikale Verbreitung der Karstquellen.

Was die erstere betrifft, so zeigt sich dort, wo sie in reiner Abhängigkeit von der Verteilung der unterirdischen Wasserwege zu beobachten ist, eine Art Mittelzustand zwischen jenen zwei Grenzfällen, welche den beiden einander gegenüberstehenden Anschauungen über jene Wasserwege entsprechen würden. Es treten dort auf einzelnen Teilstrecken des Gebirgsrandes Quellenreihen zutage; es ist aber weder eine Beschränkung der Wasseraustritte auf einzelne Stellen, noch auch eine annähernd gleichmäßige Verteilung derselben über die ganze Erstreckung des Gebirgsrandes zu sehen. Dieser Umstand spricht dafür, daß auch die hydrologischen Verhältnisse an solchen Gebirgsrändern, welche von undurchlässigen alt- oder jungtertiären Schichten besäumt sind, eine zwischen extremen Annahmen stehende Auffassung erheischen. Man wird bei dem Hervorbrechen großer Karstquellen in den Lücken der Flysch- und Neogenvorlagen diese Lücken nicht als das primäre ansehen dürfen; es wäre aber wohl auch zu weit gegangen, diesen Vorlagen jede Stauwirkung abzusprechen. Vermutlich entsprechen die Durchbrüche durch diese Vorlagen solchen Stellen, wo besonders große Kluftwasserstränge den Gebirgsrand erreichen und treten dort auch noch Wasseradern aus welche seitlich von jenen Strängen auf die Rückwand der Gebirgs-

[1]) Die unliebsamen Eindrücke, welche man bei der Lektüre der bekannten Polemiken über die Karsthydrographie empfindet, werden erfreulicherweise aufgewogen durch den drolligen Eindruck, den es macht, hier Gelehrte, von denen keiner ein Physiker ist, sich gegenseitig Unkenntnis hydrophysikalischer Grundlehren vorwerfen zu sehen.

vorlage stoßen und hinter derselben zu den Ausfallspforten der Hauptstränge hin abgelenkt werden. Die durch je eine dieser Pforten sich entwässernden Adergeflechte stehen aber wohl nicht miteinander im Zusammenhange. Von mir erhobene thermometrische Befunde weisen mit Bestimmtheit darauf hin, daß auch im Innern von Kalkgebirgen, in denen keine unterirdischen Scheiderücken von Dolomit oder Schiefer anzunehmen sind, eine Trennung benachbarter Kluftwassernetze Platz greifen kann.

Als zusammenwirkende Ursachen einer solchen Trennung wären in Betracht zu ziehen: die schon erwähnte, innerhalb gewisser räumlicher Grenzen gelegentlich vorkommende Kluftlosigkeit des Kalkes, dann eine völlige Verstopfung vorhandener enger Spalten mit Höhlenlehm und besonders der von Stille geltend gemachte Umstand, daß auch zerklüftete und mit Wasser durchtränkte Gesteinspartien die Rolle eines vollkommen undurchlässigen Gesteines übernehmen können, wenn ein sehr hoher Reibungswiderstand die Bewegung des Wassers in denselben aufhebt.

Was die vertikale Verteilung der Karstquellen betrifft, so zeigt sich in unserem Gebiete eine sehr ausgesprochene Neigung dieser Quellen am Fuße der Gebirge auszubrechen. Sie entspringen aber nicht immer an den jeweilig tiefsten Stellen der Tal- und Poljenränder. Zuweilen ist zwischen benachbarten Quellen ein nicht unbedeutender Höhenunterschied vorhanden; und in seltenen Fällen kommt es vor, daß — was gleichfalls sehr gegen einen Zusammenhang benachbarter Kluftnetze spricht — die höher gelegene Quelle noch fließt, wenn die am Gebirgsfuße austretende schon versiegt ist. Solche Befunde als „Ausnahmen“ von der Regel zu bezeichnen, wäre völlig unstatthaft. Sie bilden für die Umstände, unter denen sie auftreten, gewiß das streng gesetzmäßige und normale.

Aber auch die vergleichsweise höchstgelegenen Karstquellen befinden sich noch in der Nähe der Talsohlen oder Küsten und diese Lage weist darauf hin, daß dort die Abwärtsbewegung der eingedrungenen Niederschläge rasch sehr erschwert wird. Nichts spricht in unserem Gebiete zugunsten der Annahme, daß von den Hochflächen der Planinen bis hinab zu den zum Teil tief unter dem Meeresspiegel gelegenen Schieferunterlagen des tiefen Karstes gleichartige Zirkulationsbedingungen herrschen. Man gewinnt vielmehr den Eindruck, daß die Kluftnetze der Karstberge bis zu einem zeitlich und örtlich schwankenden, sich aber in der Nähe eines benachbarten Meeres- oder Flußspiegels haltenden Niveau hinab nur zum Teil und zeitweise ein relativ rasch und vorzugsweise nach der Tiefe wanderndes Wasser führen, von dort abwärts aber durchwegs und dauernd mit relativ langsam und nach verschiedenen Richtungen (auch nach aufwärts) sich bewegendem Wasser erfüllt sind.

B. Schichtquellen. Die Formationsentwicklung in Dalmatien bedingt eine große Anzahl von Kontakten verschieden durchlässiger Gesteine. Es handelt sich hier entweder um das Aneinandergrenzen zweier petrographisch abweichender geologischer Horizonte oder um Einlagerung von Kalkzügen in vorwiegend undurchlässigen Schichten

oder um Einschaltung von undurchlässigen Zwischenlagen in vorwiegend kalkigen Horizonten. Dementsprechend liegt entweder eine einmalige Berührung ungleich durchlässiger Gesteine oder eine mehrmalige Wiederholung derselben Art von Gesteinskontakt vor. Die Gesamtmenge der Quellwässer wird unter sonst gleichen Umständen im zweiten der vorgenannten drei Fälle viel kleiner als im dritten Falle sein. Der Unterschied in der hydrologischen Beschaffenheit zweier aufeinander folgender Schichten kann sehr verschieden groß sein. Zwischen Fällen, in denen man kurzweg vom Kontakte eines Wasser durchlassenden mit einem undurchlässigen Gesteine sprechen kann und solchen Fällen, wo nur ein geringes Mehr oder Weniger an Durchlässigkeit vorliegt, gibt es viele Uebergänge. Der Wasserreichtum einer Quelle ist aber unter sonst ähnlichen Verhältnissen der Größe des eben genannten Unterschiedes nicht proportional. Manchmal tritt eine Quelle, die man für eine Schichtquelle halten möchte, an einem Orte aus, wo sich die Liegend- und Hangendschichten in petrographischer Beziehung anscheinend nur wenig unterscheiden; anderseits kann man sich an der Grenze eines stark zerklüfteten und eines sehr undurchlässigen Gesteines, obschon auch die Lagerungsverhältnisse einer Quellbildung günstig wären, in Erwartung eines reichlichen Wasserausflusses getäuscht sehen. Es gibt dies einen Fingerzeig dafür, wie wenig zutreffend es wäre, sich über die Bildung von Schichtquellen allzu schematische Vorstellungen zu machen. Die Berührung von Gesteinsschichten verschiedener Durchlässigkeit schafft zunächst nur günstige Vorbedingungen für das Auftreten von Quellen. Als unmittelbaren Anlaß für die Quellbildung wird man stets einen Ueberschuß der unterirdischen Wasserzufuhr über die unterirdische Wasserabfuhr ansehen müssen. Gleichwie Schichtquellen in der trockenen Jahreszeit versiegen, weil nun die unterirdischen Abzugswege für die Aufnahme der verminderten Zusickerungen ausreichen, kann es auch sein, daß an einer Grenze zwischen Kalk- und Tonoder Mergelschiefer überhaupt keine Quellbildung eintritt. Anderseits können bei großem Mißverhältnisse zwischen den unterirdischen Abflußmöglichkeiten und der Menge der Zuflüsse auch im Hangenden teilweise durchlässiger Schichten Wasseraustritte erfolgen.

Von in der Formationsentwicklung begründeten Kontakten durchlässiger und undurchlässiger, beziehungsweise schwer durchlässiger Gesteine kommen in Mitteldalmatien folgende in Betracht:

a) Schichtgrenzen.

1. Auflagerung der kalkigen oberen Werfener Schichten auf den Tonschiefern der unteren Werfener Schichten.

2. Auflagerung der kalkigen oberen Duvinaschichten auf den Schiefertonen der unteren Duvinaschichten.

3. Auflagerung der klüftigen Mergelkalke eines Teiles der höheren Neogenhorizonte auf den Mergelkalken der mittleren Horizonte dieser Formation.

4. Auflagerung der jung- oder postpliocänen Schotter auf den Kongerienschichten.

b) Durchlässige Zwischenlagen in undurchlässigen Schichten.

1. Einschaltung von Kalk- und Sandsteinbänken in den Tonschiefern der unteren Werfener Schichten.

2, Einschaltung von Bänken von Knollenkalk in den Schiefertonen der unteren Duvinaschichten.

3. Einschaltung von Breccienkalken, Kalksandsteinen und Plattenkalken in den Mergeln der Flyschformation.

c) Undurchlässige Zwischenlagen in durchlässigen Schichten.

1. Einschaltung von Schiefertonlagen in den kalkigen oberen Werfener Schichten.

2. Einschaltung von Mergellagen in den Konglomeraten und Breccien der Prominaschichten.

4. Einschaltung von Mergellagen in den postpliocänen Konglomeraten und Schottern.

Von den unter *a*) aufgezählten vier Schichtgrenzen ist nur die letztgenannte unter Mitwirkung günstiger tektonischer Bedingungen ein wichtiger Quellenhorizont. Die Grenze zwischen den unteren und oberen Werfener Schichten hat für die Quellbildung eine viel geringere Bedeutung als man erwarten könnte. Es kommt dies daher, daß wegen wiederholter Einschaltung von Schiefertonlagen in den oberen kalkigen Schiefern nur die unterste Zone dieser letzteren als Sammelgebiet für an der Oberkante der unteren Schiefer austretende Wässer in Betracht kommt. Die Grenze zwischen den unteren und oberen Duvinaschichten ist wegen der morphologischen Verhältnisse, unter denen ihre Ausstriche erfolgen, zur Erzeugung bemerkenswerter Quellen nicht geeignet. Bei *a*) 3 handelt es sich um die Berührung zweier hydrologisch wenig verschieden zu bewertender Gesteine. Die durchlässigen Einlagen in den Triasschiefern haben wegen ihrer geringen Mächtigkeit für die Quellbildung nur untergeordnete Bedeutung. Die Kalkzüge im Flysch sind dagegen in dieser Hinsicht von größerer Wichtigkeit. Von den sub *c*) genannten Fällen spielen besonders die zwei erstgenannten als Erzeuger von bemerkenswerten Quellen eine Rolle.

Die Schichtgrenzen zwischen den triadischen, jurassischen und kretazischen Dolomiten und den sie überlagernden Kalken sind dagegen auch unter günstigen morphologischen und tektonischen Bedingungen keine Quellenhorizonte. Es weist dies darauf hin, daß den Grenzflächen zwischen Kalk und Dolomiten nicht jene hydrologische Bedeutung zukommt wie den Kontakten zwischen Kalk und Tonschiefer und zwischen Kalk und Mergel.

C. Isolithische Quellen. Für die unter diesem Namen zusammengefaßten Quellen ergeben sich Vergleichspunkte mit den Karst- und Schichtquellen und mit den noch zu erwähnenden Schuttquellen; es sind aber doch der Unterschiede genug, um ihre Ab-

trennung von den genannten Kategorien von Quellen gerechtfertigt erscheinen zu lassen. Es handelt sich hier zunächst um die Quellen in Dolomitgebieten, welche der Auflagerung von durch mechanische Verwitterung verändertem Gestein auf frischem Dolomit anscheinend ihre Bildung verdanken und um die seltenen Fälle, in welchen es an Schichtfugen in Kalkgebieten zum Austritt schwacher Quellen kommt, wenn einzelne Gesteinslagen in größerem Ausmaße eines wegsamen Kluftnetzes entbehren. Mit den Karstquellen haben diese letzteren Vorkommen die Eigenschaft gemein, daß sie innerhalb desselben Gesteines zur Entwicklung kommen und nicht wie die Schichtquellen den Kontakt zweier verschiedener Gesteine zur Voraussetzung haben. Mit den Schichtquellen zeigen sie aber insofern Verwandtschaft, als sie in ihrem Auftreten an Schichtflächen geknüpft sind, während die Karstquellen aus Klüften kommen, die mehr oder weniger unabhängig von der Lagerungsform das Kalkgebirge durchsetzen. Die Dolomitquellen erweisen sich, da die Grenzfläche zwischen mechanisch verwittertem und frischem Gestein einen der Geländeoberfläche ähnlichen Verlauf hat, nur dann als solche den Schichtquellen analoge Bildungen, wenn die Geländeformen eine ungefähre Wiederholung der tektonischen Formelemente sind. Sonst stellen sie von der Schichtung unabhängige Erscheinungen dar, ähnlich jenen Quellen, die in Massen- und Eruptivgesteinen durch Umhüllung frischer Kerne mit Verwitterungsmänteln zur Entwicklung kommen.

Falls die Durchsetzung der Dolomitfelsen mit Sprüngen und Rissen zu einer Lockerung und Zertrümmerung des Gesteines führt, leiten die Dolomitquellen zu solchen Schuttgrundquellen über, welche unter eluvialem Schutte entstehen. Wenn sich der Uebergang des frischen in den mechanisch verwitterten Dolomit nicht rasch, sondern allmälich vollzieht, so schränkt dies die Vergleichbarkeit der Dolomitquellen mit Quellen unter Eluvialschutt — und im früher erwähnten Falle auch mit Schichtquellen — nur wenig ein, da ja der Uebergang von Gestein in eluvialen Schutt auch oft nur schrittweise erfolgt und Schichtquellen auch dann entstehen können, wenn in einer Schichtmasse die Durchlässigkeit nach oben hin nur allmälich zunimmt.

Die Deutung der sehr seltenen an Schichtfugen schwach geneigter Kalke und Kalkbreccien austretenden Quellwässer als Quellen von ähnlicher Entstehungsart wie die Schichtquellen stützt sich auf das schon erwähnte gelegentliche Vorkommen größerer kluftloser Felsschichtflächen in verkarsteten Geländen. Damit es hier zu einer wenn auch nur schwachen Quellbildung komme, ist das Zusammentreffen besonders günstiger Umstände erforderlich. Die unzerklüfteten Gesteinspartien müssen möglichst umfangreich sein und sie müssen, da diesbezüglich die Grenzen doch ziemlich eng gesteckt sein dürften, derart verteilt sein, daß sich die Wirkung mehrerer derselben summieren kann. Letzteres wäre in vollkommenster Weise dann erreicht, wenn bei sanfter Schichtneigung vom Gebirge weg die nach oben folgenden Gesteinsbänke sukzessive weiter im Berginnern einen unzerklüftetne Teil aufweisen würden. In diesem Falle wäre dann das Ergebnis in Hinsicht der Quellbildung so, als wenn sich ein Streifen undurchlässigen Grundes soweit in den Berg hinein erstrecken würde, als

der unzerklüftete Teil der obersten Gesteinsbank vom Ausgehenden der untersten entfernt ist. Wenn dagegen über einer am Ausgehenden kluftlosen Kalkbank, auf deren Oberfläche der Ausfluß einer Quelle statthaben könnte, noch mehrere auch erst weiter im Berginnern von Klüften durchsetzte Bänke folgen, so wird ein Teil der eingedrungenen Wässer schon an höher gelegenen Stellen des Abhanges zutage treten und es wird sich die Wassermenge, die in ihrer Gesamtheit ein schwaches Quellchen speisen könnte, in Rieselwässer zersplittern, wie man sie an Hängen, wo schwach geneigte Kalke frei ausstreichen, nach Regenwetter trifft. Damit sich die für eine kleine Quelle erforderliche Wassermenge sammeln kann, wird aber die obige Art der Summation von Sickerwässern mehrfach und von verschiedenen Seiten her erfolgen müssen, was schwach muldenförmige Schichtlagen voraussetzt. Es ist klar, daß die hier angeführten Bedingungen nur sehr selten erfüllt sein werden, daher die große Seltenheit solcher Quellchen.

D. Verwerfungsquellen. Es ist kaum zu zweifeln, daß der Verlauf und die Verteilung der Klüfte in den Kalkgebirgen oft mit Störungen in Beziehung stehen, daß viele Klüfte kleinen Längs- und Querverwerfungen folgen und daß Bruch- und Verschiebungszonen sowie Mulden- und Sattelkerne stärker zerklüftet sind als regelmäßig gelagerte Kalkschichten. In manchen Fällen lassen sich solche Beziehungen klar erkennen, so zeigen im obersten Cetinatale die Umgebungen der mittleren Vuković-Quelle und der Radoninoquelle, beides Kreidekalkgebiete, eine Zerstückelung in kleine Schollen. Gewöhnlich ist es aber trotz weitgehender Aufgeschlossenheit schwer, im Bereiche mesozoischer Karstkalke Verwerfungen festzustellen. Ihre Erkennung auf petrographischer oder paläontologischer Grundlage schließt sich meist aus und ihr Nachweis aus dem Wechsel der Fallrichtungen und Winkel ist oft durch Mangel an deutlicher Schichtung und durch Unkenntlichwerden derselben infolge starker Zerschrattung sehr behindert. Daß aber auch die eintönigen Rudistenkalkgebiete von vielen kleinen Verwerfungen durchsetzt sein mögen, darf man daraus schließen, daß derartige Störungen in solchen Schichten öfter angetroffen werden, in deren Bereich der Erkennung von tektonischen Unregelmäßigkeiten keine Hemmnisse entgegenstehen. Die bloße Vermutung einer tektonischen Anlage der in ihrer heutigen Gestalt zunächst als Ergebnisse der chemischen Gesteinsauflösung erscheinenden Kluftwasserwege berechtigt aber wohl noch nicht, die Karstquellen kurzerhand als Verwerfungsquellen zu bezeichnen. Es verbleiben dann in der Gruppe dieser letzteren nur jene Spaltquellen, welche an einen tektonischen Kontakt verschiedener Gesteine geknüpft sind und die Karstquellen verhalten sich dann — insoweit sie tektonische Spaltquellen innerhalb desselben Gesteines sind — zu den Verwerfungsquellen wie die Quellen aus Schichtfugen im Kalkgebirge zu den Schichtquellen. Es versteht sich aber von selbst, daß auch die Adern dieser letzten beiden Arten von Quellen zu mehr oder minder großem Teile nicht in Schichtfugengerinnen, sondern in Kluftgerinnen verlaufen.

Während stratigraphische Kontakte verschieden durchlässiger Gesteine häufig sind, ist die Zahl der zu Quellbildung führenden tektonischen Gesteinskontakte eine verhältnismäßig geringe. Es kommen hier in Betracht:

1. Durch Verwerfung bedingter Kontakt von unterem Werfener Schiefer mit Triasdolomit.

2. Durch steile Aufschiebung bedingter Kontakt von unterem Werfener Schiefer mit Rudistenkalk und mit eocänen Kalkbreccien.

3. Durch Verwerfung bedingter Kontakt von Kreidedolomit mit Rudistenkalk.

4. Durch mehr oder minder flache Ueberschiebung bedingter Kontakt von eocänen Knollenmergeln und Flyschmergeln mit Rudistenkalk und eocänen Kalken.

5. Durch diskordante Auflagerung, zum Teil auch durch Verwerfungen bedingter Kontakt von neogenen Schichten mit mesozoischen Kalken.

Da die Mehrzahl der hier aufgeführten Arten von Störungen nur wenig verbreitet sind und die am häufigsten vorkommende, die Ueberschiebung von Kreidekalk auf eocäne Mergel nur höchst selten zur Quellbildung führt, stehen die an Störungen geknüpften Quellen in unserem Gebiete auch hinsichtlich ihrer Anzahl den Schichtquellen sehr nach. Es befinden sich unter ihnen aber einige von bemerkenswerter Stärke.

E. Schuttquellen. Eine scharfe Trennung zwischen Quellen, welche der Auflagerung von ursprünglichem und von umgeschwemmtem Schutte auf undurchlässigem Grunde ihre Entstehung verdanken, läßt sich nicht durchführen, da ja diese beiden Arten von Schutt selbst nicht streng auseinanderzuhalten sind. Denn auch die Gesteinsstücke einer Schutthalde sind oft nicht mehr an jener Stelle, wohin sie bei dem Abbruche von der die Halde überragenden Felswand fielen und schon durch Wasserwirkung in ein tieferes Niveau gebracht. Als Gebirgsschutt liefernde Gesteine kommen in Dalmatien hauptsächlich Kalk und Dolomit in Betracht. Bei der großen Durchlässigkeit des Schuttes dieser Gesteine kommt es dort, wo er undurchlässigen Boden bedeckt, vorwiegend zur Entstehung von Schuttgrundquellen. Die umgeschwemmten Schuttmassen enthalten auch viele lehmige Beimengungen und hier treten auch reine Schuttquellen auf. Unter sonst gleichen Umständen sind die Wasseraustritte aus solchem umgelagerten Schutte schwächer, aber nachhaltiger als jene aus Schutthalden, dadurch mitveranlaßt, daß die in den aufgezählten Fällen den Untergrund des Schuttes bildenden verschiedenen Schichten zum Teil von etwas durchlässigen Zwischenlagen durchzogen und öfter steil gestellt sind. Es muß dies Wasserverluste nach der Tiefe zu bedingen.

Der Austritt von Quellwässern aus umgelagertem Schutte findet auch unter verschiedenen geologischen Verhältnissen statt. Er geschieht zunächst dort, wo neogene Kalkmergel von quartären Schutt- und Blockmassen überdeckt sind und durch nachträgliche Erosion in eine solche Schichtfolge kleine Täler eingeschnitten wurden. Hier bilden

die als Wassersammler wirkenden Schuttmassen nicht wie in den vorigen Fällen, einen Saum unter einer das Gehänge krönenden Felswand, sondern selbst die höchsten Teile des Gehänges. Gelegenheit zur Auflagerung von Gehängeschutt auf undurchlässigem Boden ist besonders da gegeben, wo ein aus Tonschiefer oder Mergel bestehendes Gelände von Steilhängen klüftigen Kalkes überragt wird. Diese Lagebeziehung tritt in folgenden Fällen auf:

1. Bei steilen Anschiebungen von unteren Werfener Schiefern an Rudistenkalk und eocäne Kalkbreccien.

2. Bei Ueberschiebungen von Rudistenkalk über eocäne Mergel, besonders über Flyschmergel.

3. Bei Anpressungen eocäner Mergel an steile Faltensättel aus Rudistenkalk und aus eocänen Breccienkalken.

4. Bei diskordanter Anlagerung neogener Mergelkalke an Rudistenkalk.

Die meist nur schwachen Quellchen treten in den eben aufgezählten Fällen nicht am Fuße der Schutthänge, sondern in engen in dieselben bis nahe auf die Schuttunterlage eingefurchten Runsten aus. Die Spärlichkeit der Wasserführung ist wohl durch die meist nicht große Mächtigkeit der als Wassersammler wirkenden Schuttlagen bedingt. Im Cetinagebiete liegt über untertriadischem Grundgebirge eine ungeschichtete altquartäre Schuttablagerung, welche die Hohlformen des Gebirgsreliefs ausfüllt und selbst von vielen tiefen Erosionsschluchten zerschnitten ist, so daß triadische Gesteine sowohl oben auf der Decke als auch unten in den Schluchten manchenorts zutage kommen. Hier trifft man, wo Tonschiefer der Werfener Schichten die Basis der Schuttmassen bilden, im Grunde der erwähnten Schluchten schwache Quellchen. Manche der im Werfener Schiefer vorhandenen Einrisse sind aber für gewöhnlich trocken, weil dort der Schiefer bis an den Ursprung der Wasserrisse hinaufreicht.

Außerdem gibt es Schuttquellen, welche in der Mitte oder im unteren Teile flacher sich nach einer Seite öffnender Talmulden austreten. Den Untergrund dieser Mulden bilden undurchlässige Schichten. Die Umrahmung besteht zum Teil aus Kalken oder sich diesen ähnlich verhaltenden Kalkmergeln. Die Ausfüllung der Mulden ist ein Gemenge von Verwitterungslehm des Grundes mit von den Rändern her eingeschwemmtem Schutte.

F. Grundwasserquellen. Sie sind zum Teil an die Alluvien der Flußläufe des Landinnern und der kleinen Küstenflüsse geknüpft, zum Teil an das Vorkommen von Strandgeröllen gebunden. Viele der den angeführten Gruppen zugehörigen Quellen sind nur schwach und nur in der nassen Jahreszeit fließend. Es läge aber kein Grund vor, sie hier von der Erörterung auszuschließen. In geologischer Hinsicht hat es Interesse, alle in einem Gebiete vorkommenden Fälle von Quellbildung festzustellen und zu beschreiben. Was aber die praktische Bedeutung der Quellen betrifft, so wäre es wohl zu weit gegangen, dieselbe erst mit der Verwertbarkeit zur Wasserversorgung einer Siedlung beginnen zu lassen. Die Fassung eines Quellchens als Tränk-

oder Wegbrünnlein kann auch schon als Nutzbarmachung gelten, und wo die Inanspruchnahme eines solchen Brünnleins eine geringe ist, aber auch großer Wassermangel herrscht, wie dies gerade in spärlich bewohnten Karstgegenden zusammentrifft, kann auch ein schwaches Quellchen dem weiteren Begriffe eines praktisch bedeutsamen gerecht werden. Daß diesbezüglich in Karstgebieten eine bescheidene Beurteilung in der Tat Platz greift, zeigt sich daran, daß hier des öfteren auch schwache Austritte von Quellwasser, an denen man anderwärts achtungslos vorüberginge, in roh gemauerte Brunnstübchen gefaßt und mit besonderen Namen belegt sind.

Strukturformen der Quellen.

Für die Quellen, bei deren Bildung Unterschiede in der Durchlässigkeit der Böden und Gesteine eine wichtige Rolle spielen, ergibt sich eine Einteilung nach der Lage und Gestalt der Grenzfläche zwischen den verschiedenen Durchlässigkeitsgraden. Eine solche Einteilung ist umfassender als die tektonische Gruppierung der Schichtquellen, denn das bei jener Gruppierung zum Beispiel für eine absteigende Schichtquelle Bezeichnende, eine Neigung der undurchlässigen Unterlage gegen außen hin, kann auch bei einer an eine Schubfläche geknüpften Quelle, bei einer Quelle aus verwittertem über frischem Gestein und bei einer Schuttgrundquelle vorhanden sein. Allerdings handelt es sich in den eben aufgezählten Fällen um sehr verschieden zu bewertende Arten der Auflagerung durchlässiger auf undurchlässige Bodenschichten und insofern wird die obige Einteilung eine künstliche; sie ermöglicht es aber, alle Quellen mit Ausnahme der Karstquellen unter einem formalen Gesichtspunkte vergleichend zu betrachten. Die Mannigfaltigkeit der tektonischen Erscheinungen in unserem Gebiete und die Klarheit, mit welcher sie bei weitgehender Aufgeschlossenheit oft zu erkennen sind, bringt es mit sich, daß eine Betrachtung der Quellen in bezug auf die Grundzüge ihrer Bauart eine große Fülle von Quellformen ergibt.

A. Absteigende Quellen. Absteigende Schichtquellen spielen keine große Rolle. Das Vorherrschen von Falten und Schuppen im Gebirgsbaue in Verbindung mit dem Vorwiegen sanfterer Geländeformen bringt es mit sich, daß ein freier Ausstrich exokliner Schichten verhältnismäßig selten vorkommt. Treppenförmige Gehänge sind zwar keine Seltenheit, doch werden diese öfter aus sanft bergwärts fallenden Bänken aufgebaut. Die Neogenschichten erscheinen wohl oft flach talwärts geneigt, doch sind in ihnen die Durchlässigkeitsverhältnisse zur Bildung von Schichtquellen wenig günstig. Wo sie von postpliocänen Schottern überdeckt sind, entwickeln sich Schichtquellen mit nahezu söhliger Lage des Wasserträgers. Im Bereiche des gefalteten Gebirges kommt es nur auf der Nordostseite des Mosor zu regionalem Auftreten von exokliner Lagerung und zur Bildung kleiner Quellen über abschüssigen Schichtflächen. Im Bereiche der aus Kalk- und Mergellagen aufgebauten stark gefalteten eocänen Schichtfolgen zeigen sich als seltene Erscheinungen absteigende Quellen, bei denen der

Wasserträger eine mit ihrer Achse schwach geneigte Synklinale formt. Auch hemizentroklinale Lagerung kann derselbe zeigen.

An Störungen gebundene absteigende Quellen können in einer Schuppenregion, wo die Abtragung nirgends zur Herausarbeitung von Ueberschiebungszeugen geführt hat, nur dort auftreten, wo Schubflächen von geringer Neigung in Fenstern bloßgelegt sind. Es kommt in unserem Gebiete ein solcher Fall bei einer Ueberschiebung von Rudistenkalk auf Flyschmergel zur Beobachtung. Von den Schuttgrundquellen ist wohl der größte Teil zu den absteigenden Quellen gehörig.

B. Ueberfallquellen. Ueberfallende Schichtquellen finden sich in größerer Zahl vor. Sie erscheinen teils an den Stirnrändern von Ueberschiebungen, teils an den Flanken von Schichtmulden. Die Ueberfallquellen in Gebieten mit Schuppenbau treten entweder im hangenden oder im liegenden Flügel der Ueberschiebung aus. Der erstere Fall kommt im triadischen Hangendflügel der Mučer Störung zur Entwicklung, wo im Bereich der oberen Werfener Schiefer typische Ueberfallquellen entspringen. Der letztere Fall zeigt sich durch Quellbildungen vertreten, die in den von Kreidekalken überschobenen Flyschschichten der Küstenzone entspringen. An Muldenrändern zutage tretende Quellen kommen im Gebiete der Flyschformation und der Prominaschichten vor, wo der reiche Faltenwurf der aus Kalk- und Mergellagen sich aufbauenden Gesteinsfolgen günstige Bedingungen für die Bildung solcher Quellen schafft.

In der Mehrzahl der Fälle ruht hier die wasserführende Schicht einer schiefen Ebene auf und ist das Sammelgebiet der Quelle nicht näher zu umgrenzen. Es kommen aber auch überfallende Schichtquellen mit hemizentroklinaler Lagerung des Wasserträgers vor, bei denen das Sammelgebiet seitlich begrenzbar ist und nur hinsichtlich seiner Erstreckung nach rückwärts mehr oder minder unbestimmt bleibt. In unserem Gebiete ist diese seltenere Quellform durch zwei bemerkenswerte Quellen vertreten. Die eine entspringt am Scheitel einer Knickung der Schichtmassen im Streichen; das Wasser fließt hier wie über die Spitze des Schnabels einer Kanne aus. Die andere tritt am schwächer geneigten Flügel einer sich schließenden asymmetrischen Mulde hervor; hier ist es, wie wenn Wasser über den Rand einer nach der Seite geneigten ovalen Schüssel überfließt.

Die Bedingungen für das Auftreten von an Störungen geknüpften Ueberfallquellen erscheinen wiederholt gegeben, da Ueberschiebungen von Kalk auf Mergel mit frei ausstreichenden Schubflächen in der Tektonik unseres Gebietes eine wichtige Rolle spielen. Die Schnittlinien dieser Flächen mit den Gehängen sind aber weder bei den Ueberschiebungen des kretazischen Hornsteinkalkes und Rudistenkalkes auf Knollenmergel noch bei jenen der oberen Kreidekalke auf Flyschmergel ein Quellenhorizont. Nur ein Quellchen tritt am Ausstriche einer solchen Schubfläche hervor, aber gerade dort handelt es sich um einen besonderen tektonischen Fall, insofern die Mergellage nicht dem Unterflügel einer größeren Ueberschiebung, sondern einem zwischen Kreideschichten eingeklemmten Schubfetzen entspricht. Nicht selten sind die

Ausstriche der genannten Schubflächen mit Schutt- und Trümmerhalden überdeckt, die von den schroffen Felsstirnen des aufgeschobenen Kreidekalkes stammen. Bei den am Fuße solcher Halden austretenden schwachen Wässern lassen sich zuweilen merkliche Unterschiede in der Temperatur und Nachhaltigkeit erkennen. Es wäre möglich, daß da eine geringere Schwankung der Quellentemperatur und Wasserführung auf einen Zufluß aus den Klüften des hinter der eocänen Mergelbarre gelegenen Kreidekalkes hinweist und daß eine größere Veränderlichkeit in bezug auf Wärme und Wassermenge ein Quellchen als Schuttgrundquelle erkennen läßt. Eine größere Rolle könnte man dem Wasserzufluß über die schuttverhüllte Oberkante der Mergel aber keinesfalls zusprechen, da auch dort, wo die Ueberschiebungslinien entblößt sind, an denselben keine Quellen entspringen. Nach der Karstwasserhypothese müßte man da wie in allen jenen Fällen, in welchen man dort, wo man Wasser erwarten würde, und keines findet, annehmen, daß der Karstwasserspiegel dauernd tiefer als der Ausstrich der Schubfläche liege.

Von den Schuttquellen sind vielleicht manche derjenigen, welche am Ausgehenden von Geländemulden entspringen, zu den Ueberfallquellen zu zählen; öfter mögen solche Quellen nur durch Querschnittsverengerung der quartären Ausfüllung solcher Mulden bedingt sein.

C. Stauquellen. Das im geologischen Baue des hier zu beschreibenden Gebietes begründete häufige Vorkommen von Gesteinszonen mit steil gestellten Schichten bedingt eine zahlreiche Vertretung solcher Quellen, die durch Wasserstau an Schichtflächen entstehen. Wieder sind es die Flysch- und die Prominafazies des höheren Eocäns, in welchen solche Quellen mehrorts angetroffen werden. Aber auch in jenen Triasstufen, wo sich Kalkeinschaltungen in Schieferzonen oder Einlagerungen von Tonschiefern in vorwiegend kalkigen Schichtmassen zeigen, sind Quellen dieser Art zu finden. Je nachdem es sich da nur um Wassersammlung in klüftigen Zwischenlagen undurchlässiger Schichten oder um Stauung von größeren Kluftwassermengen an undurchlässigen Scheidewänden handelt, können diese Quellen von sehr verschiedener mittlerer Stärke sein.

Die an Störungen gebundenen Quellen mit starker Neigung der den Wasserstau bedingenden Fläche sind entweder an steile Ueberschiebungen oder an Verwerfungen geknüpft. Im ersteren Falle können die Gesteinsschichten fast so steil wie die Staufläche geneigt sein, in letzterem Falle können sie — abgesehen von an der Störung geschleppten Schichtfetzen — eine bedeutend geringere Neigung zeigen. Steilstellung der Schubfläche kommt in unserem Gebiete bei den Aufschiebungen der unteren Werfener Schiefer auf kretazische Kalke und eocäne Breccienkalke vor; die auf eocäne Knollenmergel und Flyschmergel aufgeschobenen Schuppen von Kreidekalk sind zumeist nur mäßig oder nur schwach geneigt, doch wäre es möglich, daß sich manche dieser Schiebungen nach der Tiefe zu steiler stellen. Verwerfungsquellen treten in den früher erwähnten Fällen von Kontakt verschieden durchlässiger Schichtglieder nur in beschränkter Zahl auf, doch finden sich unter ihnen einige von bemerkenswerter

Stärke. Es handelt sich hier teils um Verwerfungen innerhalb des mesozoischen und alttertiären Grundgerüstes des Gebirges, teils um solche an den Rändern der jungtertiären Auflagerung auf dasselbe.

Die Unterscheidung von Stauquellen erscheint insofern passend, als sich sonst zwischen zwei so verschiedenen Quellformen, wie es die Ueberfall- und Rückstauquellen sind, nur eine künstliche Grenze ziehen läßt. In Faltengebieten von der Art Dalmatiens nimmt die tektonische Bedeutung einer Winkeldifferenz im Verflächen mit zunehmender Schichtneigung stetig ab. Während bei einer mittleren Neigung von 15° die zu beobachtenden Grenzwerte der Einfallswinkel kaum um mehr als 5° von diesem Werte beiderseits abweichen, kann man, sobald die Minima der Fallwinkel 60° übersteigen, oft auch Seigerstellungen und selbst Ueberkippungen wahrnehmen. Die Vertikalstellung erscheint so — obschon sie in geometrischer Hinsicht ein sehr wichtiger Grenzwert ist — im Schichtenbaue nur als ein Spezialfall in der Bänkelagerung steil aufgerichteter Schichten. Wenn man ihn zur Unterscheidung von Ueberfall- und Rückstauquellen benützt, so kann es sein, daß man von zwei ganz analog gebauten Quellen die eine der ersteren, die andere der letzteren Quellform zuzählen muß und daß so die Einreihung einer Naturerscheinung in die eine oder andere zweier ganz verschiedener Formengruppen von einem nebensächlichen Umstande abhängig gemacht wird. Auch bei an steile Verwerfungen geknüpften Quellen könnte der Umstand, ob die Verwerfungskluft im einen oder anderen Sinne um ein geringes von der Vertikalen abweicht, keine Zuteilung der betreffenden Quelle zu zwei verschiedenen Formengruppen begründen.

Es empfiehlt sich, den betreffs der Lage der Staufläche zum wasserführenden Gesteine gegebenen Gegensatz zwischen den genannten zwei Quellformen, den Gegensatz zwischen den Lagebeziehungen des „unter“ und „über“ durch die Lagebeziehung des „neben“ zu überbrücken. Gegenüber den Vorteilen, welche dieser Vorgang bietet, tritt der Nachteil, nun die Mittelglieder einer Formenreihe gegen deren beiderseitige Endglieder abgrenzen zu müssen, sehr zurück, da es sich hier nicht um eine künstliche Grenzziehung zwischen Gegensätzen, sondern um eine solche zwischen graduellen Unterschieden handelt.

D. Rückstauquellen. Sofern man die Wasseraustritte infolge von Stauung an steil bergwärts fallenden Flächen von den Ueberfallquellen trennt, wird man auch nur die hinter einem mäßig oder schwach geneigten undurchlässigen Gesteinsdache hervorkommenden Wässer zu den Rückstauquellen zählen. In diesem Falle ist die Zahl der innerhalb normaler Schichtfolgen auftretenden Quellen dieser Art im Kartenblatte Sinj-Spalato keine große. Innerhalb der Triasformation am Südrande des Svilajagebirges erscheinen die Bedingungen für das Entstehen von Rückstauquellen insofern gegeben, als es durch das Einschneiden seichter Längstäler in die zum Gebirge hin verflächenden Schichtmassen doch auch zum Ausstreichen von gleichsinnig mit dem Gehänge (aber steiler als dieses) geneigten Schichten kommt. Es kann so in den oberen Werfener Schiefern, in den unteren

Duvinaschiefern und in den Wengener Schichten zu Wasserrückstau kommen. In den Eocängebieten zeigt sich zwar nicht selten ein Wasserstau hinter überkippten Mergelbänken, aber selten ein solcher hinter schwach geneigten, einer übergelegten Falte oder dem Flügel einer aufrechten Mulde angehörigen Mergelschichten.

An abnormalen Schichtverband geknüpfte Rückstauquellen treten an der Basis transgredierender Flyschschichten und an der Basis der Neogenformation auf. Die Flyschmergel und die zwar kalkreichen, aber zum Teil doch ziemlich undurchlässigen jungtertiären Mergelkalke transgredieren mehrorts schwach bis mäßig steil talwärts fallend über mesozoischen Kalken. Die Austrittsorte der sich in den Kluftnetzen dieser Kalke anstauenden Wässer können an einer durch Denudation geschaffenen Grenze oder nahe dem ursprünglichen Rande der Basalbildung des Flysch oder des Neogens liegen.

E. Kombinierte Quellformen. Manche Quellen sind als Kombinationen zweier oder mehrerer der hier aufgezählten Quellarten und Quellformen anzusehen. Bei einem Teile dieser Vorkommnisse ist die Kombination verschiedener Quellformen im Gebirgsbaue begründet. In einem Falle tritt zum Beispiel das Wasser an einer schräg über einen Hang hinabziehenden Grenze zwischen neogenen Trümmerbreccien und Bändermergeln aus. Es dürfte hier durch eine Querstörung an seinem weiteren Absinken auf der Berührungsfläche der genannten Schichten aufgehalten und zum Ausflusse in der Richtung des Schichtstreichens gezwungen sein. In einem anderen Falle scheint das Wasser über einen von Kreidekalk überlagerten Dolomitsattel überzufließen, an dessen Flanke abzurinnen und dann an einer die Kalkhülle abschneidenden Verwerfung am Dolomit angestaut zu werden.

In einem dritten Falle quillt das Wasser an der einem Gebirgshange zugekehrten Seite eines demselben vorgelagerten Rückens aus; der Berghang und der Rücken bestehen aus Kalk, die Senke zwischen ihnen ist mit Neogenschichten erfüllt und an die vom Berghange abgewendete Rückenflanke lehnen sich Dolomite. Hier erscheint die Quellbildung durch Anstauung des Wassers an der Dolomitbarre und Rückstauung unter der flachmuldig eingebogenen Mergeldecke bedingt.

Nicht selten kommt es vor, daß ein Quellgebilde durch Schuttvorlagen des Gebirges mannigfaltiger gestaltet wird. Dann handelt es sich aber weniger um eine Kombination als um eine räumliche Aneinanderreihung zweier einfacher Typen. Falls einer über einer tonigen Unterlage sich erhebenden exoklinen Kalkmasse Schutthalden vorliegen, wird eine Verbindung einer absteigenden Schichtquelle mit einer absteigenden Schuttgrundquelle und somit eine Verbindung zweier Quellen von verschiedener Art aber gleicher Grundform entstehen können. Ein Fall, wo sich eine absteigende Schichtquelle mit muldenförmiger Lagerung des Wasserträgers in eine flach abfallende Schuttgrundquelle fortsetzt, kommt im Gebiete der Prominaschichten zur Beobachtung.

Häufiger geschieht es, daß einem aus bergwärts fallenden Schiefern oder Mergeln aufgebauten Hange, der von Kalkfelsen überragt wird,

von diesen stammendes Trümmerwerk aufruht. Bei dieser Sachlage können Kombinationen von Ueberfall- oder Stauquellen mit absteigenden Schuttgrundquellen entstehen, und zwar kommt diese Verbindung sowohl bei an normale Schichtfolgen gebundenen Ueberfallquellen als auch bei Verwerfungsquellen vor. Auch die der obigen formellen Einteilung der Quellen sich nicht einfügenden Karstquellen treten manchmal aus Schuttvorlagen des Gebirges aus.

Man wird von einer Kombination von Fels- und Schuttquelle nur dann sprechen, wenn nicht bloß eine Bestreuung des Quellortes mit Trümmern, sondern eine völlige Verdeckung desselben mit Schuttmassen vorhanden ist. Die Entscheidung, ob ein Wasseraustritt aus Gebirgsschutt, der einem Felsterrain vorliegt, aus dem zufolge seiner geologischen Beschaffenheit Quellen kommen könnten, eine maskierte Felsquelle oder überhaupt nur eine Schuttquelle sei, ist zunächst auf Grund der mittleren Wassermenge zu fällen. Bei Karstquellen wird hier schon von vornherein jeder Zweifel ausgeschlossen sein. Auch in manchen, reichere Schicht- und Störungsquellen betreffenden Fällen zeigt es sich klar, daß das dem Gebirge vorliegende Schuttgelände für sich allein die ihm jeweilig entquellende Wassermenge keinesfalls liefern könnte. In zweifelhaften Fällen kann eine größere Nachhaltigkeit und kleinere Wärmeschwankung eines Wasseraustrittes einen Fingerzeig dafür abgeben, daß man es nicht mit einer Quelle zu tun habe, deren Sammelgebiet auf die Schuttvorlage beschränkt ist.

F. Struktur der Quellen. Die gebräuchliche formelle Einteilung der Quellen, welcher auch hier gefolgt worden ist, betrifft nur die Lage und Form des Rahmens, innerhalb dessen sich die unterirdischen Wanderungen jener Wässer vollziehen, die in den Quellen zutage treten. Die Gestaltung der Wege, auf welchen jene Wanderungen vor sich gehen, die Struktur der Quellen, bleibt bei einer vergleichenden Betrachtung der Formverhältnisse jenes Rahmens noch ganz aus dem Spiele und erheischt ihre besondere Untersuchung und Erörterung. Die Verschiedenheiten, welche sich betreffs der Quellenstrukturen ergeben, erscheinen im wesentlichen als ein Ausdruck der Mannigfaltigkeit der Klüftungsformen der Gesteine und der Lückengestaltung in den durchlässigen Bodenarten. Es wäre vielleicht ein schönes Zeichen von Selbsterkenntnis, wenn sich die Karstforscher eingestehen wollten, daß die zum Überdrusse oft hervorgehobene Regellosigkeit der Klüfteverteilung in den massigen und dickbankigen Kalken nichts weiter als ein Verlegenheitsausdruck zur Verschleierung des Umstandes ist, daß ihnen die Momente, von welchen jene Verteilung abhängt, nicht bekannt sind. Man ist doch sonst so geneigt, überall in der Natur das Walten von Gesetzen herauszulesen, warum sollte gerade betreffs der Verteilung der Klüfte und Spalten im Karstkalke Gesetzlosigkeit herrschen! Man wird nicht fehlgehen, wenn man sich bei jenen der im vorigen unterschiedenen Quellformen, bei welchen mesozoische und alttertiäre Kalke und Kalkbreccien von dicker Bankung oder undeutlicher Schichtung das wasserführende Gestein sind, die Gesamtheit der unterirdischen Wasserwege in der gewohnten Weise als ein vielverzweigtes Geflecht von in Form, Weite

und Richtung sehr wechselnden Spalträumen vorstellt. Ueber die spezielle Gestaltung des Geflechtes bleibt man aber ganz im ungewissen. Bezüglich der Struktur solcher Schichtquellen und Verwerfungsquellen, bei welchen das wasserführende Gestein dünnschichtig ist, wie zum Beispiel die Kalkschiefer der oberen Werfener Schichten und die Kalksandsteine des Flysch, kann man dagegen zu bestimmteren Annahmen gelangen. Es wäre zwar nicht zutreffend, sich hier die Gesamtheit der Wasserwege als ein ziemlich regelmäßiges engmaschiges Netz zu denken, dessen mittlere Maschengröße den durchschnittlichen Dimensionen der Platten des oberflächlichen Gesteinszerfalles entspräche; man wird aber doch annehmen dürfen, daß hier auch in der Tiefe die Wasserbewegung vorzugsweise in Schichtfugen und in zu diesen senkrecht stehenden Quersprüngen erfolgt. Durch Einschaltung schwer durchlässiger, aber stellenweise zerstückter Zwischenlagen mag es hier manchmal auch zu einer Art Kammerung und Stockwerkbildung innerhalb des ganzen Spaltensystems kommen. Zwischen den hier kurz gezeichneten Strukturen der Quellen aus dünnschichtigen und sich aus Lagen von verschiedener Durchlässigkeit aufbauenden Gesteinen und den Strukturen der Quellen aus massigen und dickbankigen Kalken sind Uebergänge möglich, die bei Quellen aus solchen Gesteinen zu erwarten sind, die sich durch ihre lithologischen Eigenschaften als Verbindungsglieder zwischen den genannten beiden Gesteinsgruppen erweisen.

Beziehungen der Quellen zu den Geländeformen.

Eine Einteilung der Quellen nach ihrer Lagebeziehung zum Gelände verlohnt sich, wenn man hierbei das Verhältnis dieses letzteren zum Gebirgsbaue in Betracht zieht und so die Einteilung mit der Quellentektonik in Beziehung bringt. Austritte an Gehängen und am Fuße von Abhängen und Geländestufen kommen bei Quellen aller Formen, besonders bei Ueberfall- und Stauquellen vor. Die verhältnismäßig seltenen Wasseraustritte an konvexen Geländeflächen sind durch Fälle vertreten, in denen Quellen mit synklinaler Lagerung des Wasserträgers an der Schmalseite von Hügelzügen mit Muldenbau oder am Fuße der Schmalseite eines solchen Hügelrückens ausbrechen, ferner durch eine der früher erwähnten Ueberfallquellen mit hemizentroklinal gelagertem Wasserträger, welche auf einem Geländesporn entspringt. In der Gruppe der Wasseraustritte aus konkaven Geländeflächen ist zwischen solchen Quellen, bei denen die Hohlform, in welcher sie entspringen, als ihr eigenes Erosionsprodukt erscheint, und zwischen solchen, wo sie im Gebirgsbaue vorgezeichnet ist, zu unterscheiden. Unter letzteren bilden einige isolithische Schichtquellen, die im Hintergrunde synklinaler Tälchen austreten, gleichsam das morphologische Gegenstück zu der vorhin genannten Quelle, die am Fuße der Schmalseite eines synklinalen Rückens entspringt. Von den Stauquellen unseres Gebietes brechen manche am Grunde isoklinaler oder homoklinaler Täler auf. Ein Austritt in anaklinalen Gräben und Gehängenischen kommt mehrfach bei Ueberfallquellen, ein solcher in kataklinalen Einschnitten

bei Rückstauquellen vor. In den beiden letzteren Fällen können die Quellen auch nur teilweise als Schöpfer der von ihnen belebten Erosionsgebilde angesehen werden, denn insoweit hier das Hervortreten von Wasser durch Höhenunterschiede der Ausstrichlinie bestimmter Schichtflächen bedingt ist, erscheint ja das Vorhandensein von Geländeeinschnitten als Ursache der Quellbildung. Dagegen sind die Felsnischen, aus welchen manche der großen Karstquellen hervorbrechen, wohl von ihnen selbst geschaffen worden. Ein Ursprung in Gräben und Geländemulden tritt auch bei Schuttquellen öfter in Erscheinung.

Formverhältnisse der Quellaustritte.

Betreffs der Gestalt der Austrittsorte der Karstquellen herrscht auch im mittleren Dalmatien große Mannigfaltigkeit. Die obertägigen Mündungen zweier mächtiger Höhlenflüsse des Cetinagebietes stellen sich als in tiefen Felsnischen gelegene Quelltöpfe dar, an deren Oberfläche man ein in kurzen Zwischenräumen und oft an wechselnder Stelle sich wiederholendes Aufwallen des aus der Tiefe empordringenden Wassers sieht. Manche der großen Kluftwasserstränge treten dagegen in horizontaler Richtung und mit ruhigem und glattem Spiegel aus Spalten und kleinen Höhlungen im Hintergrunde von Felsnischen aus. Bei Quellen dieser und der vorigen Art können sich selbst große Schwankungen des Wasserstandes nur in Höhenänderungen des Quellspiegels äußern.

Einige der großen Karstquellen unseres Gebietes brechen aus Block- und Trümmerwerk hervor, und zwar entweder aus Blockhalden, die dem Fuße von Felshängen vorgebaut sind, oder aus den trümmererfüllten Sohlen von schluchtartigen Einbuchtungen des Gebirges. Der Wasseraustritt ist hier oft auf eine Strecke hin verteilt, der Quellbach nimmt von seinem Ursprungsorte weg noch an Stärke zu. Solche Quellen zeigen im Gegensatze zu den früher genannten bei Schwankungen des Wasserstandes je nach dem Gefälle des Bachbettes eine mehr oder minder große Horizontalverschiebung in demselben.

Die Höhe, bis zu welcher der Spiegel einer Felsnischenquelle zur Zeit des Höchststandes des Kluftwassers hinanreicht und die Stelle, bis zu welcher sich eine aus trümmererfülltem Talgrund kommende Quelle zur Zeit des höchsten Wasserstandes zurückzieht, ist stets an der Grenze der Schlammresiduen und vertrockneten Moospolster leicht kenntlich. Typische Höhlenquellen kommen im Kartenblatte Sinj-Spalato nicht zur Beobachtung, wohl aber im nordwärts benachbarten Gebiete, wo zwei von den zahlreichen Quellbächen der Cetina aus Höhlen hervorbrechen.

Von den Schichtquellen und den an Störungen gebundenen Quellen treten die meisten einheitlich und geschlossen an den Tag. Nur wenige von ihnen zeigen eine größere Erstreckung in die Breite. Auch in den Fällen, in denen die Beschränkung des Wasseraustrittes auf eine eng umgrenzte Stelle in den Strukturverhältnissen nicht vorgezeichnet ist, sieht man weit eher ein Hervorkommen von einigen in größeren Abständen liegenden, in sich geschlossenen Quellen als wie eine Kette von gegen einander nicht scharf abgrenzbaren Aus-

tritten von Quellwasser. Dagegen beobachtet man bei Schuttquellen häufig, daß sich der Wasseraustritt in der Abflußrichtung auf eine längere Strecke hin verteilt. Am auffälligsten ist diese Erscheinung in den Einrissen der Deckschichten des Flysch- und Neogengeländes, wo man beim Aufstiege fast niemals zu Quellen kommt und die manchmal stark murmelnden Bächlein aus ganz unscheinbaren Anfängen wie nassen Flecken und kleinen Wasserlachen sich allmählich entwickeln sieht. Eine flächenhafte Ausbreitung ist bei Quellen aus schutterfüllten Mulden und bei Grundwasserquellen in alluvialen Talsohlen anzutreffen. Die hier abfließenden Bächlein entwickeln sich aus mehr oder minder ausgedehnten sumpfigen Wiesenstellen.

Die Schicht- und Verwerfungsquellen sieht man manchmal unmittelbar aus Fugen und Spalten des entblößten Felsens hervorsprudeln, öfter jedoch aus Verwitterungsschichten des anstehenden Gesteines kommen. In nicht wenigen Fällen ist durch primitive Fassung in roh gemauerten Steintrögen das ursprüngliche Bild verwischt.

Beschreibung der quellenführenden Gebiete.

Innerhalb des Kartenblattes Sinj-Spalato sind zwei durch einen breiten Karstgürtel getrennte Hauptzonen mit Quellenführung zu unterscheiden, die Küstenzone und die Region der innerdalmatischen Aufbruchstäler. Letztere gehört — soweit sie in das Spalatiner Blatt fällt — teils dem Flußgebiet der Kerka, teils dem der Cetina, teils einem zwischen beiden liegenden Gebiete ohne oberirdischen Abfluß an. Eine hydrographische Verbindung zwischen beiden Zonen wird durch den Mittellauf der Cetina hergestellt, doch liegt der von dem Unterlaufe dieses Flusses durchschnittene Teil der Küstenzone schon außerhalb des hier besprochenen Blattes.

Die Quellen der Küstenzone sind teils große Karstquellen, teils Schicht- und Schuttquellen im Flysch. Die Flußläufe des Jadro und Stobrec scheiden diese Zone in drei Teile: die Gehänge von Castelli und Clissa, das Gelände von Mravince und Spalato und die Vorketten des Mosor. Ganz isoliert ist das gleichfalls durch ein Auftreten von Flysch bedingte Quellgebiet von Dolac auf der Landseite des Mosor. Die Quellen in der Zone der Aufbruchstäler sind zum Teile auch Karstquellen, zum Teile sind sie als Gesteins- und Schuttquellen an das Vorkommen von Triasschiefern und Neogenschichten gebunden. Es sind in dieser Zone folgende Regionen unterscheidbar: Das Tal der Vrba, welche als Seitenbach der Cikola dem Kerkaflusse tributär ist, das kleine Becken von Ramljane, das Polje von Muć mit den ihm zugehörigen Tälchen der Radaca, Suova und Milina, das Tal der Sutina, eines rechtsseitigen Zuflusses der Cetina, das Sinjsko Polje, dessen westliche und östliche Umrandung im Norden durch das Hügelland von Sinj, im Süden durch jenes von Trilj geschieden werden und die Mulde von Gliev und das schon großenteils jenseits des Kartenrandes liegende Hochtal von Korito. Diese letztgenannten zwei Regionen, welche ihre Quellenführung dem Auftreten von Prominaschichten

danken, fallen orographisch dem Cetinatale zu, erscheinen aber hydrographisch insofern selbständig, als ihre Verbindungen mit dem Sinjsko polje, die Gala- und Korito Draga, Trockentäler sind.

Im folgenden sind die Quellen der Aufbruchstäler vor jenen der Küstenzone abgehandelt, was einem Vorschreiten der Beschreibung von Nord gegen Süd entspricht. Innerhalb beider Zonen geschieht die Aufzählung der Quellen möglichst in ihrer Reihenfolge von West gegen Ost. Es entspricht dies in der Mehrzahl der von Flußläufen durchzogenen Teilgebiete einem Vordringen in der Richtung talaufwärts. Die Bezeichnungsweise der Quellen und des Geländes geschah in enger Anlehnung an die Namengebung auf den Originalsektionen der Spezialkarte. Erkundung weiterer Benennungen erfolgte nur in seltenen Fällen; meist wurde es versucht, die auf der Karte ohne Namen gelassenen Quellen, Gräben, Kuppen usw. durch Angabe ihrer Lagebeziehung zu benachbarten auf der Karte benannten Oertlichkeiten zu bezeichnen.

Die Quellen des Vrbatales.

Das Tal der Vrba liegt in der südöstlichen Verlängerung der von dem Oberlauf der Cikola durchflossenen Talsohle. Es gliedert sich in drei Abschnitte, deren oberer noch eine Trennung in drei Teilstücke erheischt. Der untere Abschnitt des genannten Tales bildet eine südöstliche Aussackung der kleinen Ebene, an deren Ostrand der Quellteich der Cikola gelegen ist. Dieser Talabschnitt wird rechts vom Karstplateau von Crivac, links von einer Vorhöhe des Moseć, der Klinčeva glavica, begrenzt. Er reicht bis zur Felsbarre von Jelić, die den Vrbabach zur Bildung eines Wasserfalles zwingt.

Der mittlere Teil des Vrbatales hat in seiner unteren Hälfte — gleich dem Endstücke des Tales — eine schmale Sohle und weitet sich dann zu einer kleinen Ebene aus. Sein schmaler unterer Teil liegt zwischen der Terrasse von Crivac und dem dem Moseć vorgelagerten Rücken Mačkolor. Sein oberer erweiterter Abschnitt ist zwischen das südlich von Crivac liegende Plateau und das dolinenreiche östliche Vorland des Mosećgipfels Kragljevac eingesenkt.

Er reicht bis an den Nordabfall des großen Ramljaner Hügels, welcher die soeben genannte Senkung ihrer ganzen Breite nach ausfüllt und die Talrinne der Vrba an den Abfall des erwähnten Plateaus hindrängt. Im oberen Abschnitte des Vrbatales sind zu unterscheiden: Die auf die eben angeführte Art zustande kommende Talenge, die sich darauf einstellende Erweiterung des Tales infolge der östlichen Endigung des genannten Hügels und das Anfangsstück des Vrbatales, welches sich längs des in der südöstlichen Verlängerung des Ramljaner Hügels sich erhebenden Rückens Gradina hinzieht. Dieser scheidet die Talfurche der Vrba von dem südwärts neben ihr verlaufenden Polje von Muć. Von dem in ihrer östlichen Verlängerung gelegenen Suvajatale wird sie durch eine flache Bodenwelle getrennt.

Auch in geologischer Beziehung gliedert sich das Vrbatal in mehrere verschiedene Abschnitte. Im Bereiche seines unteren Teiles tauchen die triadischen Schichten der dem Südwestfuße der Svilaja

folgenden großen Aufbruchsspalte unter. Während die Vorkommen von Rauhwacke schon an der Mündung des Vrbatales enden, lassen sich triadische Riffkalke auf der Westseite des Tales noch bis zur Kuppe Mačkolor verfolgen. Der mittlere Abschnitt des Vrbatales entspricht jenem Teilstücke der Spalte, in welchem diese nur morphologisch angezeigt, tektonisch aber geschlossen ist, insofern dort — wie dies auch im mittleren Teile des Spaltentales der oberen Cetina der Fall ist — keine tieferen als kretazische Schichten bloßliegen. Der Oberlauf der Vrba ist dann wieder in ältere Schichten eingeschnitten, und zwar die Talenge bis Baković in jurassische Kalke, das oberste Stück des Vrbabaches in die Grenzschichten zwischen der mittleren und unteren Trias.

Das Vrbatal ist gleich der Mehrzahl der innerdalmatischen Spaltentäler ein Gebiet, in das die Binnenseen der Neogenzeit eingedrungen waren. Im unteren Talabschnitte und in der unteren Hälfte der mittleren Talstrecke sind jungtertiäre Schichten beiderseits des Bachbettes in großer Ausdehnung vorhanden, streckenweise weit an den Talflanken hinanreichend. Weiter talaufwärts haben sich aber nur geringe Reste solcher Schichten am West- und Ostrande der Ramljaner Hügelmasse erhalten. Die Quellen des Vrbatales sind so teils an das Auftreten von Neogenschichten, teils an das Erscheinen von triadischen Schichten geknüpft. In der zu einer kleinen Ebene ausgeweiteten Talstrecke sind wohl auch die Bedingungen für das Vorkommen von Wiesenquellen im alluvialen Schwemmlande gegeben. Karstquellen treten in der durch zerklüftetes Kalkgebirge tretenden Enge des Vrbatales nicht auf.

Der Unterlauf und die Nordhälfte des Mittellaufes der Vrba fallen noch außerhalb des Blattes Sinj-Spalato; ersterer in die Südostecke des Blattes Kistanje-Dernis, letztere in die Südwestecke des Blattes Gubin — Verlicca. Um die Darstellung nicht zu zerreißen, mögen aber auch die dort vorhandenen Quellen erwähnt sein. Es kann dies aber in aller Kürze geschehen, da diese Quellen weder durch Wasserreichtum, noch durch ihre geologische Bauart sehr bemerkenswert erscheinen. Die Mehrzahl derselben ist auf der linken Talseite gelegen. Gleich unterhalb des St. Eliaskirchleins wird von der Straße von Dernis nach Sinj das Abwasser einer Quelle überquert, welche noch im Bereiche der obereocänen Mergelschiefer, denen das bekannte Kohlenflöz von Kljake eingeschaltet ist, an den Tag tritt. Die anderen Quellen entspringen im Gebiete der neogenen Schichten. Ein kleines Wässerchen entquillt dem Mundloche des teilweise verschütteten Schurfstollens, welcher in die von Lignitbändern durchzogenen, steil gegen das Vrbatal verflächenden Kalkmergel vorgetrieben ist, die in jenem Einrisse aufgeschlossen sind, der einige hundert Meter südostwärts vom vorgenannten Kirchlein oberhalb der Straße liegt. Die dort entblößten Schichten sind weißliche, zerblätternde kalkreiche Mergel, welche *Fossarulus tricarinatus* führen und ungefähr den Kohlenbänderschichten von Lučane entsprechen (Zone III der Neogenentwicklung westlich von Sinj). Zwei kleine, auch auf der Spezialkarte eingetragene Quellchen entspringen unterhalb des Sattels zwischen der Klinčeva glavica und

dem Mačkolor; das eine nordwärts von Pernjak in einer mit Gebüsch bewachsenen Gehängenische westlich von der Straße, das andere südostwärts von jenem Dorfe, dort, wo ein von demselben herabkommender Pfad die Straße trifft, am Abhange gleich unterhalb der Straßenböschung. Diese Quellchen treten aus dem die neogenen Schichten überdeckenden Schutte aus. In der Umgebung der ersteren Stelle sind unregelmäßig zerklüftete sandige Mergelkalke mit *Ceratophyllum sinjanum* aufgeschlossen. In den Einrissen am Hange unterhalb der Straße sieht man bläulichgraue Lehme und Tone mit Lagen von Sphärolimonit entblößt. Sie enthalten neben verdrückten Melanopsiden auch das eben genannte Leitfossil der tieferen Horizonte des Sinjaner Neogens. Eine hübsche klare Quelle findet sich dann noch auf der rechten Talseite in dem großen Einrisse ober Jelić, welcher die höheren Schichten des Neogens bloßlegt. Es sind dies muschlig brechende graue und blaßgelbliche Kalkmergel mit Kongerien und klüftige gelbliche Süßwasserkalke mit *Fossarulus Stachei.* (Ungefähr den Zonen V—VII des Neogens von Lučane entsprechend.) In dem oberhalb der Barre von Jelić folgenden Stücke des Vrbatales verzeichnet die Spezialkarte zwei schwache Quellen am Fuße der südwestlichen Tallehne. Sie treten aus dem die neogenen Schichten überdeckenden Schutte aus. Das unterhalb der Straßenschenke gegenüber den Crivacke staje dicht an der Straße liegende Quellchen ist in roher Ummauerung gefaßt. Im übrigen trifft man hier in den sehr wenig durchlässigen Neogenablagerungen nur Runste für oberflächliche Entwässerung. Von den Rändern der kleinen Talebene von Quartiri laufen der Vrba mehrere Rinnsale zu. Eines derselben hat am Fuße des aus tieferem Kreidekalk bestehenden Hanges nördlich von Quartiri seinen Ausgangspunkt; ein zweites kommt südostwärts von jener Hüttengruppe aus dem Dolomit der Unterkreide. Ein drittes nimmt gegenüber jenen Hütten am Westrande der Ebene, wo Kalke und Dolomite der Oberkreide anstehen, seinen Ursprung. Außer der Verstärkung, welche die Vrba durch Zuflüsse von den eben genannten Orten her erhält, empfängt sie bei ihrem Laufe durch die kleine Ebene wohl auch noch Zuströmungen von Grundwasser aus den Alluvien derselben.

Die Talmulde von Bakovič ist der Ursprungsort von mehreren Quellen. Eine derselben entspringt gegenüber vom Wirtshause, eine zweite östlich von der vorigen neben der Straße nach Ogorje. Ihr Abwasser versiegt in einem Rinnsale, welches kurz vor der Brücke über die Vrba in dieses Bächlein mündet. Etwas weiter südwärts liegt die Quelle Stuba. Diese Quelle ist gleich wie die vorige als Grundwasserquelle in der Schuttausfüllung der Talmulde zu betrachten, wogegen bei der Quelle Marcinkovac auch Stauwirkungen der benachbarten Werfener Schiefer eine Rolle spielen dürften. Letztere Quelle liegt gleich neben dem flachen Sattel, welcher vom Polje von Ramljane in das Vrbatal hinüberführt.

Vor der etwa 1 *km* taleinwärts von hier gelegenen Stelle, wo die Vrba durch eine Felsmasse von triadischem Riffkalk bricht, sind drei Quellen zu sehen. Eine tritt am Fuße des Nordhanges aus Schutt aus und ist noch im Frühsommer ziemlich reich. Eine zweite entspringt

südwärts von dem Hügel, welcher durch die linkerseits vom Durchbruche der Vrba stehende Riffkalkmasse aufgebaut wird, am Nordostfuße des hohen Felskammes der Gradina. Auch sie ist unter mittleren Verhältnissen ziemlich reich. Das Wasser quillt hier aus einer von Felstrümmern umgebenen Vertiefung im Erdreiche und fließt durch ein binsenbesäumtes Rinnsal in den nahen Bach. Die Felsunterlage des Schuttes wird hier durch von Werfener Schiefer unterteufte Duvinaschichten gebildet. Eine dritte, aber nur schwache Quelle geht in der Wiese nördlich von der Mühle auf, welche an der Mündung der kleinen Talenge steht. Im obersten Abschnitte des Vrbatales bedingt das Durchstreichen eines Zuges von Duvinaschichten zwischen den triadischen Dolomiten und Riffkalken der rechten Talseite und die linksseitige Flankierung der Talfurche durch obere Werfener Schichten das Auftreten schwacher Quellchen, welche im Vereine mit dem in der Talrinne selbst sich sammelnden Sickerwasser den Ursprung der Vrba bilden.

Von den rechterseits gelegenen Quellchen kommen einige aus dem schmalen Streifen steil gestellter Schiefertone, welcher die gegen N einfallenden Hornsteinkalke unterteuft. Hier handelt es sich teils um Wassersammlung in dem Schutte über den Schiefern, teils um Stauwirkung derselben auf das in die Hornsteinkalke eindringende Wasser. Ein schwaches Quellchen tritt aber schon an der Oberkante dieser Kalke aus, um dann quer durch die Zone derselben abzufließen. Hier scheint ein kalkfreies, tuffartiges Gestein, welches sich hier wie im mittleren Suvajatale stellenweise den obersten Partien der Duvinaschichten eingeschaltet zeigt, auf die in den benachbarten Dolomit einsickernden Wässer eine stauende Wirkung auszuüben.

Die Vrba zeigt, wie alle fließenden Gewässer unseres Gebietes, eine große Jahresschwankung ihrer Wassermenge und kann in längeren Trockenperioden ganz versiegen. Unter mittleren Verhältnissen ist sie bis zum Eintritte in das Prikopolje nur ein kleiner Bach; erst hier wird sie durch Zuflüsse von Grundwasser soweit verstärkt, daß man sie je nach der wechselnden Tiefe ihres Bettes nur auf Stegen oder auf — gleich winzigen Brückenpfeilern — in ihr Bett gesetzten Quadersteinen trocken überschreiten kann. Aehnlich verhält es sich mit ihr auch noch in ihrem Unterlaufe. Sie sticht so scharf von der Cikola ab, welche — ausgenommen die regenarmen Monate — gleich in der Stärke eines kleinen Flusses aus dem Gebirge quillt. Es zeigt sich hier der große Unterschied, welcher zwischen den aus Schicht- und Schuttquellen entstehenden Bächlein und den großen Karstquellbächen besteht.

Bei der Bedeutung, welche die hydrographischen Verhältnisse für die Gesamtbeurteilung eines Talzuges haben, begründet es der eben genannte Unterschied, daß man das Vrbatal vom oberen Cikolatale scharf trennt, obschon es dessen unmittelbare orographische und tektonische Fortsetzung ist. In einem unverkarsteten Gebiete würde es unter sonst ähnlichen Umständen ungewöhnlich sein, von zwei verschiedenen Tälern zu sprechen.

Die Quellen im Polje von Ramljane und im Polje von Muć.

Das kleine Polje von Ramljane ist zwischen den Höhenzug des Moseć und die allseits frei aufragende Hügelmasse, auf welcher die Hütten von Ramljane stehen, eingesenkt. Diese Hügelmasse bildet eine hohe und breite Scheide gegen den engen Teil des Vrbatales unterhalb des Felsspornes von Sajmušte. Die beiden Endpunkte des Poljes neben dem West- und Ostrande der Hügelmasse sind aber nur durch schmale niedrige Barren vom Vrbatale getrennt. Die nordwestliche Poljenecke scheidet ein verkarsteter Geländestreifen vom breiten Talboden bei Quartiri, das Ostende des Poljes wird durch die von der Straße nach Dernis überquerte Bodenwelle vom kleinen Talbecken von Baković getrennt.

In geognostischer Beziehung ist das kleine Polje von Ramljane die westliche Fortsetzung des Poljes von Muć und stellt so ein zweites Beispiel für jene Art von Ueberschiebungspoljen dar, bei welchen die vom oberen Ueberschiebungsflügel aufgebaute nördliche Poljenwand aus Schiefern, die vom unteren Flügel der Ueberschiebung gebildete Bodenfläche und Südwand des Poljes aber aus klüftigem Kalk bestehen. Letzterer ist hier am südlichen Poljenrande ausschließlich Rudistenkalk, doch streicht die Eocänmulde des Berges Kragljevac sehr nahe an diesem Rande vorbei.

Im mittleren Poljenteile zeigt sich Rudistenkalk auch auf der Nordseite der eluvialen Ausfüllung des Poljes gleichwie bei Muć kleine Partien von Nummulitenkalk und eocänen Breccien am Fuße des nordseitigen Gehänges liegen. Anderseits erscheinen wie im östlichen Teile des Mućer Beckens auch bei Ramljane am nördlichen Poljenrande kleine Aufschlüsse von Rauhwacken an der Basis der steil aufgeschobenen Trias. An der nördlichen Poljenwand streichen untere und obere Werfener Schichten hin, jedoch in weit geringerer Mächtigkeit als bei Muć. Ueber ihnen folgen Oltarnik-Schichten und dann Triasdolomit, welcher die oberen Gehängeteile formt.

Es sind so hier die Vorbedingungen für zwei Arten des Wasseraustrittes gegeben: für Quellen, welche das sich hinter der Tonschieferbarre in den Kalkschiefern und Dolomiten stauende Wasser an den Tag bringen und für Sickerwässer, welche auf der Oberfläche der Tonschiefer unter dem dieselben deckenden Kalk- und Dolomitschutte entstehen. Ein Vorkommnis der ersteren Art ist die schöne und reiche Quelle Vodica, welche den Bewohnern von Ramljane das Trinkwasser liefert. Von oberflächlichen Schuttquellen sind wohl die meisten der in den Einrissen am Südhange der Ramljaner Hügelmasse rieselnden Wässerchen abzuleiten.

Das Polje von Muć stellt eine in W—O-Richtung gestreckte, zwischen den Flußtälern der Cetina und Kerka liegende Wanne ohne oberflächlichen Abfluß dar. Im Norden ist es von einem Längstale begleitet, welches sich ostwärts ebensoweit wie das Polje erstreckt, und durch ein in die Westhälfte des Poljes mündendes Quertal mit demselben in Verbindung steht. Das Tal der in die Cetina fließenden Sutina liegt in der östlichen Verlängerung des Poljes von Muć. Das Tal des in die Cikola mündenden und so dem Flußgebiete der Kerka

zugehörigen Vrbabaches liegt dagegen in der westlichen Fortsetzung des Längstales im Norden des Mućer Poljes und streicht so dem westlichen Teile desselben parallel. Die Wasserscheide gegen die Cetina verläuft somit quer, jene gegen die Kerka aber parallel zur Poljenachse.

Das Mućer Polje folgt der großen steilen Ueberschiebung der Trias am Südfuße der Svilaja auf den aus steilen Kreidesätteln und engen Eocänmulden bestehenden Höhenzug des Moseć. Die nördliche Wand des Poljes baut sich aus in dessen Längsrichtung streichenden Werfener Schichten auf und gliedert sich entsprechend der deutlichen Scheidung dieser Schichten in eine Unter- und Obergruppe in zwei auch hydrologisch scharf getrennte Zonen. Die unteren Werfener Schichten stellen als Tonschiefermasse mit eingelagerten Kalk- und Sandsteinbänken ein vorwiegend undurchlässiges und nur längs jener Zwischenlagen in spärlichem Maße Wasser führendes Gebirge dar. Sie können so nur schwache Gesteinsquellen erzeugen und auch nur unbedeutende Schuttquellen liefern, da ihr Verwitterungsprodukt ein für Wasser wenig aufnahmsfähiges Gemenge von Lehm mit Kalk- und Sandsteintrümmern ist. Die ob ihres Reichtumes an Cephalopoden bekannten oberen Werfener Schichten von Muć sind dagegen als eine von schmalen Lagen von Schieferton durchzogene, plattig-kalkige Schichtmasse zur Aufnahme größerer Wassermengen wohl geeignet und Schichtquellen führend. Schuttquellen können sich in ihnen aber trotz der Aufnahmsfähigkeit kalkigen Gebirgsschuttes für Wasser wegen der Beschaffenheit des Untergrundes nicht leicht bilden.

Die unteren Werfener Schichten auf der Nordseite des Poljes von Muć sind steil an die den Boden dieser Wanne bildenden kretazischen und eocänen Kalke angepreßt. In der Berührungszone treten zahlreiche Verbiegungen und Knickungen der Schichten auf und der häufige Wechsel ungleich plastischer Gesteinslagen fördert die Zerreißung solcher kleiner Falten. Es kann so selbst dort, wo sich mächtigere Sandsteinlagen den Tonschiefern einschalten, kaum zur Bildung größerer zusammenhängender Netze von Quelladern kommen. Die oberen Mućer Schichten stellen dagegen eine großenteils sehr regelmäßig, mittelsteil gegen den Berg zu fallende Schichtmasse dar. Die wiederholte Einschaltung von schmalen tonigen Zwischenlagen führt zur Aufspeicherung des Wassers in mehreren Stockwerken und — soweit jene Tonlagen durch Auskeilung oder kleine Verwürfe Unterbrechungen erleiden — mag es auch zur Vereinigung von in benachbarten Etagen sich sammelnden Wässern kommen.

Das von den Werfener Schichten aufgebaute Talgehänge, welches sich nordwärts vom Polje von Muć emporzieht und die Südflanke der südlichsten Vorkette der Svilaja bildet, weist eine reiche Gliederung auf. In seinen aus den Kalkschiefern bestehenden höheren Teilen entwickeln sich zahlreiche Gräben, aus deren Vereinigung kleine Talschluchten hervorgehen, die die Zone der Tonschiefer quer durchbrechen und in dieser letzteren nehmen auch noch kleine Gehängenischen ihren Ursprung. Unter den schon in den Ceratitenschichten zur Entwicklung kommenden reichverzweigten Gräben sind jene des Radacabaches, des Zmievacbaches und des Baches von Kičić die

bedeutendsten. In ihrem Ostabschnitte geht die Mucer Ueberschiebung in eine Aufbruchsfalte über. Es treten dort an der Grenze der unteren Werfener Schiefer gegen das überschobene Tertiär wieder obere Werfener Schiefer auf und die Zone der ersteren erfährt eine bedeutende Verbreiterung. Während sie in der Mućer Gegend nur den Fußteil des nördlichen Talgehänges bildet, weitet sie sich ober Neorić zu einem von dem reichverzweigten Talsystem der Milina durchschnittenen Gelände aus.

Westwärts vom Durchbruche des Suvajabaches trifft man im Bereich der unteren Werfener Schiefer eine Quelle in dem Graben zwischen Postinje gornje und dem Hügel Leskovac. Ihr Wasser fließt durch ein Geröllbett dem soeben erwähnten Bache zu. Im Durchbruchstale dieses letzteren ist dort, wo es die Grenzzone der oberen und unteren Schiefer quert, ein Quellchen zu bemerken. Ziemlich reich an Quellen ist dann der Radacagraben, welcher, ehe er die unteren steil gestellten Schiefer schluchtartig durchbricht, eine längere Strecke nahe der Grenze zwischen den unteren und oberen Werfener Schichten hinstreicht. Am Wege von Muć nach Topić trifft man dort, wo er den eben genannten Graben quert, zwei roh ummauerte Quellchen, die in einer Störungszone mit örtlich wechselndem Schichtfallen liegen. Am östlich folgenden Pfade entspringt gleich neben dem Bache eine ebenfalls primitiv gefaßte Quelle aus steil gegen N einfallendem Schieferkalk, dem eine Tonschieferschichte vorliegt, ganz nahe oberhalb der Stelle, wo das Bachrinnsal zum erstenmal (in der Richtung talab) von den unteren Werfener Schichten tangiert wird. Das obere der zwei erstgenannten Quellchen zeigte bei einer Messung im April 7·78, im Juni 14·80; das untere 11·30 u. 13·00°, die Quelle am Bache 10·30 und 11·45°. Die letzteren zwei Quellen konnten so als Stauquellen erkannt werden, die erstere ergab sich als eine oberflächliche Schuttquelle zu erkennen.

Höher oben treten nahe dem Ende und im Innern eines linksseitigen Zweiges des Radacagrabens kleine Ueberfallquellen aus den oberen Werfener Schichten aus. Den Ursprung des Radacabaches bildet eine Quelle, welche mittels einer vor ungefähr zehn Jahren gebauten Leitung zur Trinkwasserversorgung von Muć dolnje herangezogen wurde. Sie ist in der Frühlings- und Herbstregenzeit stark, im Sommer aber kaum imstande, den ganzen Wasserbedarf des Dorfes zu befriedigen. Diese Quelle entspringt schon nahe der Grenze der oberen Werfener Schiefer gegen die Oltarnik-Schichten und es mag sich so ihr Wurzelgeflecht wohl noch in den Bereich dieser letzteren erstrecken.

An dem aus unteren Werfener Schiefern aufgebauten Südhange des Rückens, welcher den Radacagraben vom Mučko polje trennt, entwickeln sich spärliche Sickerwässer; ein unter einer Mauer austretendes Quellchen, das den Wasserfaden in der Gehängenische westlich von der Mućer Kirche speist, weist durch seine Temperatur auf einen tieferen Ursprung hin. Im Graben östlich vom Radacabache trifft man eine hübsche Quelle, deren Wasser in einen Holztrog geleitet ist. (Temp. um Ende Juni 12·82°.) Das in der Spezialkarte vermerkte Quellzeichen bei Orlović bezieht sich auf ein kleines, roh

ausgemauertes, wassererfülltes Becken am Fuße einer steilen Böschung, die durch die Schichtköpfe einer mittelsteil gegen N einschießenden Kalksteinbank gebildet wird.

Die zwischen den Kuppen Oltarnik und Visovac gelegene Gehängestrecke, woselbst die oberen Werfener Schiefer ihre größte Mächtigkeit erlangen, ist das Entwicklungsgebiet mehrerer kleiner Ueberfallquellen. Sie entspringen in verschiedenen Höhenlagen der hier weithin sehr gleichmäßig bergwärts fallenden Schichtmasse. Aus der Vereinigung ihrer über zahlreiche Schichtkopfstufen in kleinen Kaskaden zur Tiefe eilenden Abwässer gehen der Zmijevac potok und der Mühlen treibende Bach bei Kičić hervor. Zwischen beiden Bächen tritt schon nahe der Basis der oberen Werfener Schiefer die Cesmaquelle aus mittelsteil gegen N einfallenden dünnplattigen Kalkschiefern aus.

Das Talsystem der Milina im östlich verbreiterten Abschnitte des Aufbruches der Untertrias ist gleichfalls ziemlich wasserreich. In den Felseinschnitt, in welchem der Torrente Milina die aus eocänen Breccien gebildete Barre zwischen seinem eigenen Talboden und dem Mučko polje durchquert, münden rechts zwei Bachrinnsale, die das sich in dem dort über den unteren Werfener Schiefern ausgebreiteten Schutte sammelnde Wasser ableiten. Wegen ihrer eigentümlichen Struktur sehr bemerkenswert ist die oberhalb des Talbodens der Milina gelegene Quelle bei Klačar. Sie entspringt an der Grenze der unteren und oberen Werfener Schiefer, und zwar am unteren Ende eines in die unteren Schiefer vorspringenden Spornes der oberen Schiefer, welcher einer lokalen Knickung im Schichtstreichen seine Entstehung dankt. Die Schichten fallen rechterseits mittelsteil gegen WNW, linkerseits gegen NO. Das Wasser fließt hier so gleichsam wie über den Schnabel einer Kanne aus und die Quelle verhält sich hinsichtlich ihrer Struktur zur Grundform der Ueberfallquellen wie eine Schichtnischenquelle zur Grundform der absteigenden Schichtquellen. Die Beschränkung des Wasseraustrittes auf einen Punkt, im Gegensatze zu dessen Ausdehnung längs einer Linie, ist hier schon im tektonischen Schema vorgezeichnet, während sie in den anderen Fällen — soweit ein zusammenhängendes Kluftnetz vorliegt — durch Ungleichheit der Denudation bedingt erscheint. Denn die schematische Betrachtung würde bei regelmäßiger isoklinaler Lagerung Quellenhorizonte erwarten lassen. Da der erwähnten Knickfalte im Relief ein Abhangsrücken entspricht, ist die Quelle beim Gehöfte Klačar zugleich ein Beispiel der verhältnismäßig seltenen Quellen, welche an Terrainvorsprüngen austreten.

Dieser Quelle südlich gegenüber ist an der Straße von Muć nach Sinj die Quelle „Za putom“ gelegen. Sie tritt über sehr steil gegen ONO einschießenden graugrünen und braunen Werfener Schiefern aus, ganz nahe der Grenze derselben gegen die von ihnen steil überschobenen Breccienkalke des Eocäns.

Diese in einem roh ummauerten Becken gefaßte Quelle hatte bei einer in der zweiten Junihälfte vorgenommenen Messung die Temperatur 12·9. Im Anfangsstücke des Torrente Milina, welches auf seiner Südseite von einem den unteren Werfener Schiefern eingeschalteten Kalkzuge begleitet wird, befindet sich neben einer

der in das Bachbett eingebauten Talsperren eine ziemlich reiche Quelle. Sie tritt unter Kalkfelsen aus, deren Liegendschiefer 40° gegen WNW einfallen. Sie wies im Juni eine Temperatur von 13·4° auf; ein noch weiter taleinwärts, wo die Schichten mehr gegen NNW geneigt sind, austretendes Quellchen zeigte 13·2°. Der gleichfalls unter einer Talsperre gelegene Ursprung der Milina gab sich dagegen durch seine um mehrere Grade höhere Temperatur als ein durch die verzweigten Wurzelgräben ziemlich oberflächlich abgeführtes Wasser zu erkennen.

Nach ihrem Austritte in das Polje von Muć streben die verschiedenen Bäche und Wasserfäden, welche sich in den zahlreichen Gräben des Gebietes der unteren Triasschiefer entwickeln, dem südlichen Poljenrande zu; die kleineren verlieren sich, ehe sie denselben erreichen, in den Alluvialschichten des Polje; die größeren verschwinden, nachdem sie an diesen Rand herangekommen sind und ihm eine Strecke weit gefolgt sind, in Ponoren. Ein ähnliches Verhalten zeigt auch der Suvaja potok, welcher schon im Gebiete der mittleren Triasschichten nordwärts von der Zone der Werfener Schiefer seinen Ursprung nimmt. Die Bäche der Mućer Gegend ordnen sich hiebei dreien verschiedenen Abzugsgebieten ein. Dem westlichen gehören der Suvajabach und die Abwässer der westwärts von seinem Durchbruchstale liegenden Quellen an. Das mittlere umfaßt alle an der Gehängestrecke vom Suvajatale bis zum Graben des Zmijevac entspringenden schwachen Wässer und den Radačabach. Dem östlichen fallen der Zmijevac potok und alle abwärts von ihm sich entwickelnden Bäche einschließlich der Milina zu.

Das Geröllbett der Suvaja quert nach seinem Durchbruche durch die Schieferzone das Mućer Polje in seiner ganzen Breite, wendet sich dann in rechtem Winkel gegen West und endet nach Durchmessung der Talenge zwischen dem Mućer Polje und dem Polje von Postinje in diesem letzteren ohne Hauptponor. Der Radačabach durchquert nach seinem Austritte aus dem Gebirge gleichfalls das Mučko Polje seiner ganzen Breite nach, biegt dann rechtwinklig gegen Ost um und verschwindet in einem großen, in Nummulitenkalk eingetieften Ponor vor der Mündung der Berina Draga. Der Zmijevac potok wendet sich nach seinem Eintritte in die Mućer Ebene gegen SO und stürzt sich in einen großen nordostwärts von Mošek liegenden Felstrichter, welcher in eocäne Breccien eingesenkt ist. Die Milina erfährt bei ihrem Eintritte in den verbreiterten östlichsten Teil des Mućer Poljes eine Gabelung. Ihr Hauptast zieht sich in geschlängeltem Verlaufe nach SW und biegt, nachdem er den Südrand des Poljes bei Muć pod glavicom erreicht hat, gegen NW um, um im soeben genannten Ponor zu versinken. Ihr Seitenast läuft gegen S und findet in der südlichen Aussackung des Mućer Poljes zwischen Veić und Verdoljak sein Ende.

Die im Bereich der oberen Werfener Schichten sich entwickelnden Rinnsale der Radaca, des Zmijevac und des Baches bei Kičić führen während der nassen Jahreszeiten beim Verlassen des Gebirges wol ständig etwas Wasser. Nach heftigen Regen schwellen sie an und erreichen dann ihre Schlucklöcher. Die Milina, welche großenteils aus

dem Gebiete der unteren Werfener Schichten kommt, ist von geringerer relativer Beständigkeit, erfährt aber durch Regengüsse eine noch stärkere und raschere Speisung.

Die Quellen des Suvajatales.

Außer den vielen kleinen Gräben, welche das Gehänge auf der Nordseite des Poljes von Muć durchfurchen und ganz in den Bereich der Werfener Schiefer fallen, mündet in dieses Polje auch ein Bachbett, welches aus dem hinter der südlichsten Vorkette der Svilaja gelegenen Gelände kommt. Es bildet dieses Bett die Abzugsrinne eines reich verzweigten Talsystemes, das sich zwischen dem Kamm des Visovac und der dem Pliševicarücken südwärts vorgelagerten Terrasse parallel zum Mućer Polje in W—O-Richtung erstreckt. Von dem in seiner westlichen Verlängerung gelegenen Vrbatale und von der in seiner östlichen Fortsetzung liegenden Topla Draga wird es durch flache Bodenwellen geschieden.

Dieses reichverzweigte Tal, das Suova- oder Suvajatal, liegt innerhalb der sehr verschieden ausgebildeten mittleren Triasschichten der Svilaja und zeigt so eine wechselvolle geologische Beschaffenheit. Sein an den Durchbruch durch die Werfener Schiefer sich zunächst anschließender Teil ist ganz im Dolomit gelegen. Hier ist entsprechend der dem Dolomitgelände eigenen Neigung zur Zertalung eine Schlängelung der Haupttalrinne und eine wiederholte Abzweigung von sich verästelnden verschieden großen Seitengräben vorhanden. Weiter ostwärts treten innerhalb des Dolomites kleine Klippen und stockförmige Massen von weißem Kalke auf und über die Höhen auf der Südseite des Tales streicht ein Zug von dunklem Schieferton und Hornsteinkalk, die einen Teil des Muschelkalkes bildenden Duvinaschichten. Die Talrinne und ihre Seitenäste sind auch hier vorwiegend im Dolomit gelegen. Die weißen Klippenkalke bilden zwischen ihnen kleine Inseln mit verkarsteten Geländeformen. Der oberste Abschnitt des Suvajatales ist in den innerhalb der Mućer Trias auftretenden Zug von Augitporphyrit und in die ihm aufgelagerte Serie von Tuffgesteinen eingeschnitten. Die Wasserscheide gegen das Polje von Muć tritt hier dem das nordseitige Gehänge bildenden Terrassenabfall näher. Das Bachbett hat in diesem so verengten obersten Talabschnitte einen nur sehr schwach gewundenen Verlauf und gabelt sich dann in zwei Aeste, deren südlicher in den vom Porphyrite überdeckten Dolomit eindringt.

Die Quellen des Suvajatales gehören dreien verschiedenen Typen an. In seinem unteren, ganz im Dolomit gelegenen Teile kommt es nur zur Sammlung schwacher Sickerwässer in den Mulden, wo gelockertes und schon zu Schutt zerfallenes Gestein noch frischem unzerklüftetem in einiger Mächtigkeit aufruht. Hieher sind wohl die zwei in der Spezialkarte vermerkten Quellen zu zählen. Jene bei den Hütten von Vrancović ist eine Lokva, jene bei der Hüttengruppe Smolčić ein Bunar. Ueber die Schwankungen des Anteiles, den wohl das Regenwasser an der Speisung dieser beiden Wasserbezugsstellen haben dürfte, wurde von mir nichts ermittelt.

Im mittleren Teile des Suvajatales finden sich drei schwache Quellen, die dem Auftreten der Schiefertone am südlichen Talgehänge ihr Dasein verdanken: Die Quelle Maslaze, die Quelle Duvina, welche diesen Gesteinen und ihren Hangendschichten ihren Lokalnamen gegeben hat und eine unbenannte Quelle östlich von der vorigen. Diese Quellen entspringen in drei kleinen nebeneinander liegenden Gräben, welche in die Zone der mittelsteil gegen N einfallenden Duvinaschichten eingefurcht sind und durch die diese Schichten unterteufenden dolomitischen Kalke südwärts abgeschlossen werden. Die Quelle Maslaze befindet sich fast an der Grenze feinblättriger Schiefertone gegen ihnen aufruhende knollige Kalkschiefer (Schichtfallen hier 45°), die Quelle Duvina entspringt schon im Bereich der dünnbankigen grauen Knollenkalke im Hangenden der dunkelroten Schiefertone. (Einfallen hier 30—35°.)

Da in kataklinalen Taleinschnitten jüngere Glieder einer Schichtfolge neben und nicht über älteren liegen, handelt es sich hier selbstredend nicht um absteigende Schichtquellen an einer Kalkschiefergrenze. Man müßte, insofern man die in Rede stehenden Quellen nur als Gesteinsquellen betrachtet, an einen Rückstau des in die mehr kalkig klüftigen Bänke eindringenden Wassers hinter tonigen undurchlässigen Zwischenlagen denken. Vermutlich hat man es zu nicht geringem Teile mit sich ziemlich oberflächlich sammelndem Quellwasser zu tun. Den Schiefertonen der unteren Duvinaschichten sind viele Lagen von Knollenmergel, Knollenkalk und klüftigem Kalkschiefer eingeschaltet, deren Verwitterungsschutt, wo er nicht viel mit Lehmeluvium der Schiefertone vermengt ist, sich einen mäßigen Grad von Durchlässigkeit bewahren mag; und innerhalb der Gräben dürfte es zu reicherer Zusammenschwemmung solchen Schuttes kommen. Es wären dann zwar räumlich ziemlich beschränkte Sammelgebiete anzunehmen; es handelt sich hier aber auch nur um schwache Quellen.

Für die hier gegebene Erklärung sprechen auch die bei denselben gefundenen großen Temperaturwechsel. Die Quelle Maslaze zeigte vor Ende April 7·20, um Mitte Juni 13·42, die Quelle Duvina bei der ersten Messung 9·14, bei der zweiten 13·40°. Aus dem Innern des Kalkzuges, welcher die Schiefertone unterteuft, dürften die eben genannten Quellen kaum einen merklichen Wasserzufluß haben. Das sich dort sammelnde Wasser mag wohl leichter auf Kluftwegen gegen Süden absinken als über die Barre der Schiefertone gegen Nord überfließen können.

Im Anfangsstücke des Suvajatales trifft man eine Anzahl kleiner Quellen an der südlichen Tallehne. Sie treten teils aus den dort aufgeschlossenen Tuffen, teils an deren Basis über dem Augitporphyrit aus. Die Felsmassen des letzteren sind oberflächlich stark zersprungen und gelockert und viele dieser Sprünge mögen sich noch etwas in das Gesteinsinnere fortsetzen. Unter den sehr mannigfaltig ausgebildeten Deckschichten des Porphyrites zeichnen sich die grünen Tuffe und grauen Kieselschiefer durch große Härte aus und zersplittern oberflächlich leicht in scharfkantige messerförmige Stücke. Andere Glieder dieser Tuffserie sind weicher und zerbröckeln oft zu eckigen Krümmeln und zu mörtelähnlichem Schutte. Diese letzteren Gesteine sind

ob ihres größeren Tongehaltes im frischen Zustande undurchlässig, während die splittrigen kieselreichen Tuffe und die mitvorkommenden plattigen Hornsteinkalke bis in einige Tiefe von wenn auch feinen Sprüngen durchsetzt sein mögen.

Bei den Quellen im obersten Suvajatale wird so Wasserrückstau in zerklüfteten Gesteinen hinter undurchlässigen Schichten eine Rolle spielen. Daneben dürfte allerdings auch Wassersammlung in durchlässigem Schutte über undurchlässigem Grunde in Betracht kommen, da die Zersplitterung der harten Tuffbänke zur Bildung solchen Schuttes führt. Die Fassung mehrerer der hierhergehörigen Quellen in Form roh ummauerter Quellschachte deutet wohl auf längeres Durchhalten der Wasserführung hin und ein solches spricht gegen bloße Wassersammlung im Verwitterungsschutte kleiner Mulden.

Als erstes Glied der Quellenreihe im obersten Suvajatale trifft der von Westen Kommende die Zukvaquelle, ein viereckiger Brunnenschacht, an der Grenze toniger Schichten gegen Kieselkalke gelegen. Dann folgt die Quelle Bukovaca, ein roh ummauerter Schacht mit vorgelagerter algenerfüllter Lacke. Sie liegt in einer Wiese mit verstreutem Schutte am Fuße eines grasigen Hanges, unter welchem sich der Porphyrit verbirgt. An einer weiter ostwärts folgenden Stelle, wo die mittelsteil gegen N einfallenden Schichten über dem Effusivgesteine besser aufgeschlossen sind, erkennt man, daß das Wasser aus den grauen Hornsteinbänkchen austritt, welche die weißen tonigen Lagen unter den grünen Tuffen vom Augitporphyrite trennen. Hat es dort den Anschein, daß die Hornsteinbänke und der Porphyrit infolge oberflächlicher Zerklüftung die Wassersammler seien, sieht man an einem anderen Orte, wo die Talrinne den Porphyrit durchschneidet und die Grenze gegen dessen Deckschichten an einer Böschung, welche die Köpfe dieser Schichten bloßlegt, aufgeschlossen ist, an jener Grenze auch ein Wässerchen austreten, das hier wie eine Ueberfallquelle mit dem Porphyrit als stauender Barre erscheint. Es liegt hierin nichts Ungereimtes, denn erstlich kann ein zur Zerklüftung neigendes Gestein gelegentlich doch eines hydrologisch wirksamen Kluftnetzes entbehren, und zweitens hängt die Rolle, welche ein Gestein bei der Quellbildung spielt, sehr vom vorhandenen Verhältnisse zwischen Zu- und Abfuhrmöglichkeiten ab, so daß, wenn letztere aus einem Grunde kleiner werden, auch über durchlässigem Boden Wasser ausfließen muß.

Beim Weiterwandern gegen Ost gelangt man bei drei Bäumen zu einem Rieselwasser aus sehr steil gegen NNO geneigten Schichten und dann zu einem Quellchen, das wieder hinter mittelsteil gegen NO einfallenden Hornsteinkalken am Nordrande des Porphyritzuges hervorkommt. Am weitesten gegen Ost vorgeschoben und schon in der Nähe der flachen Wasserscheide gegen die Cetina gelegen ist die Quelle Rabrovac. Sie liegt schon nahe dem Ostende des Porphyritzuges und der ihm aufruhenden Schichten, welche hier 45° N vers O einfallen und — wie weiter im Westen — aus verschiedenen Tuffgesteinen und aus Hornsteinkalk bestehen. Die Quelle entspringt am Ausgange einer mit begrastem Eluvialschutte erfüllten flachen Mulde und es mag bei ihrer Speisung Sickerwasser aus den oberflächlichen

Bodenschichten einen größeren Anteil nehmen als bei den vorher genannten Quellen. Dafür spricht die hohe Temperatur 15·7⁰, welche diese Quelle um Mitte Juni aufwies. Im Frühjahre waren die Quellentemperaturen im obersten Suvajatale jenen im mittleren Talabschnitte ähnlich. Die Quelle Bukovaca zeigte 8·58⁰, die Zukvaquelle 7·58⁰. Auffallend kalt, 6·4⁰, war die vorhin erwähnte Ueberfallquelle im Durchbruche der Suvaja durch den Porphyrit.

Die angeführten Quellen sind auch in den regenreichen Monaten zu schwach, um dann eine dauernde Speisung des Rinnsales der Suvaja zu erzielen. Dasselbe ist gewöhnlich großenteils ganz trocken oder nur kleine Lacken und Pfützchen führend. Nach starken Regengüssen sieht man es aber in seinem Mittel- und Unterlaufe von einem Bache durchrauscht, welcher aus den Gräben des Dolomitgebietes reichlich genährt wird und es ist dann die gleich oberhalb des Durchbruches durch die Werfener Schiefer gelegene Talstrecke, welche sich zwischen mit Föhrenwald bedeckte Kuppen hindurchwindet, von landschaftlichem Reize.

Die Quellen des Sutinatales.

Die Sutina, in ihrem Unterlaufe Karakašica genannt, ist der einzige, zwar nicht durch Wasserfülle, aber durch die Länge seines Laufes bemerkenswerte rechtsseitige Zufluß der Cetina. Ihr Unterlauf liegt ganz im Bereich der kleinen Ebene, die von der Cetina vor ihrem Eintritte in das Sinjsko Polje durchflossen wird; der übrige Teil ihres Laufes liegt in einem manche landschaftliche Reize aufweisenden Tal, welches in der ostnordöstlichen Verlängerung des in das Mučko polje mündenden Tälchens der Milina gelegen ist und von diesem durch ein schmales Joch geschieden wird.

Dieses Tal zerfällt in zwei sehr formverschiedene, ungefähr gleich lange Teile, in einen weiten *S*-förmig gewundenen unteren Teil mit wohlentwickelter Sohle und in einen fast geradlinigen oberen Teil von schluchtartigem Aussehen. Der erstere liegt zwischen dem Vucjak, dem östlichsten Gebirgsvorbaue der Svilaja, und dem Hügellande von Sinj; der letztere schiebt sich zwischen die Bukova, den östlichen Eckpfeiler der südlichsten Vorkette der Svilaja, und den schroffen Kamm der Visosnica ein. Der breite untere Talabschnitt hat außer mehreren kleinen Seitengräben rechts eine größere Aussackung, das Tälchen von Sladoja, auf dessen linker Seite sich der Zugang zu einer zweiten, fast kreisförmigen Ausweitung, dem Talkessel von Lučane befindet. An der Grenze beider Talabschnitte zweigt links eine bedeutende Schlucht ab, die zwischen dem Kamm der Bukova und den südlichen Vorhöhen der Pliševica eindringt. Diese Schlucht, die Topla Draga, zieht sich westwärts bis zu jenem nordwärts von der Bukova gelegenen flachen Sattel hinan, an dessen Westseite das Suvajatal seinen Anfang nimmt.

Im Sutinagebiete treffen die beiden großen innerdalmatischen Aufbrüche auf einander, das östliche, dinarisch streichende Spaltental der oberen Cetina und die große, einen gegen SW konvexen Bogen bildende westliche Spalte, welche über mehrere hydrographisch

getrennte Einschnitte hinwegsetzt, zuerst zweien seitlichen Zuflüssen der Kerka, dann dem Laufe der oberen Cikola und Vrba und weiterhin dem eines oberirdischen Abflusses entbehrenden Mućer Polje folgend. Der untere Teil des Mittellaufes der Sutina fällt schon in den Bereich der östlichen Spalte, welche in der Gegend von Sinj die der obersten Dyas zuzurechnenden Rauhwacken und Gipse bloßlegt. Die Schlucht der oberen Sutina und die Topla Draga sind dagegen in den östlichsten Teil der Mućer Triasschiefer und Dolomite eingeschnitten. Der obere Teil des mittleren Verlaufsstückes der Sutina, das Tälchen von Sladoja und das Talbecken von Lučane sind mit Neogenschichten erfüllt.

Gleich unterhalb der Kuppe Bukova liegt auf der Sattelfläche, welche das Suvajatal vom Sutinatal scheidet, die Quelle Boletovo. Sie entspringt am Westrande des Zuges von unteren Duvinaschichten, welcher dem Südhange des Bukovarückens folgt. Diese Schichten fallen hier 40—50° steil gegen N und gliedern sich in eine untere Zone von dunkelroten blättrigen Schiefertonen, eine mittlere Lage von rötlichen und grünlichen Knollenkalken mit tonigen Einschaltungen und in eine obere Zone von braunvioletten engklüftigen Tonschiefern und Mergeln. Die Boletovoquelle bringt die in den mittleren kalkigen Lagen und in deren Verwitterungsschutte sich ansammelnden Wässer an den Tag. Sie ist entsprechend ihrem beschränkten Nährgebiete eine schwache Quelle und mehr wegen ihrer hohen Lage in nächster Nähe einer Bergkuppe bemerkenswert. Der Oberflächlichkeit entspricht auch ihre große Temperaturbewegung. Sie zeigte im Frühlinge 7·64°, im Sommer 14·40; immerhin zählt sie zu jenen Austritten von Sickerwasser, welchen seitens der Eingebornen eine Fassung in einem roh ummauerten Quellschachte zu teil wurde.

Ein Quellchen von ganz ähnlicher Entstehungsweise findet sich am östlichen Ende des genannten Zuges von Duvinaschichten, einige hundert Meter westlich von der Kuppe oberhalb Botarello. Auch hier tritt Wasser an den Tag, das sich in einer beiderseits von undurchlässigem Schieferton flankierten schmalen Zone von mittelsteil gegen NNO einfallenden Sandsteinschiefern talabwärts bewegt. Gegenüber dieser Stelle ist auf der Nordseite der tief eingeschnittenen Topla draga unweit von Skaro stan bei einer dort befindlichen, weithin sichtbaren Baumgruppe ein kleiner Quelltümpel vorhanden; anscheinend eine Ueberfallquelle in den dort auskeilenden plattigen Sandsteinen und Hornsteinschichten, welche den Abschluß der Trias in Nordosten von Mué bilden und vermutlich schon dem Raibler Horizonte zuzurechnen sind.

In den drei in obere Werfener Schichten eingefurchten kleinen Runsen auf der Südseite der Bukova erscheinen schwache Wasserfäden, durch deren Zusammentritt das in der Tiefe der Lipova draga zur Sutina abfließende Bächlein entsteht. In den Gräben auf der Ostseite des ganz aus unteren Werfener Schiefern aufgebauten Scheiderückens zwischen Milina und Sutina bemerkt man nur nach Regenwetter oberflächliche Gerinsel. Dagegen ist unterhalb jener Gräben in der Schlucht der Sutina ein Quellchen anzutreffen, das in steil gegen N einfallenden Schichten aus einem kleinen Felsbecken kommt. Dieses Quellchen

zeigte im Frühsommer, als viele höher gelegene Quellen der Mućer Gegend schon Temperaturen von 12—14° aufwiesen, nur 10·82°. Es entspringt allerdings am Fuße eines gegen O geneigten, von dichtem Buchenwald beschatteten Abhanges, doch ist es wohl nicht oberflächlicher Entstehung und vielleicht durch Wasserstau in zwischen Tonschiefern eingeschalteten Sandsteinschichten bedingt.

Von den rechtsseitigen Wurzeln der Talschlucht der Sutina sind zwei von den Abwässern kleiner Quellen durchrieselt, bei denen man am Wege von Muć nach Sinj vorbeikommt. Die eine liegt gleich neben der Mućer Ueberschiebungslinie am östlichen Ende des aus oberen Werfener Schiefern aufgebauten Hügels, der die Straße bei ihrem Uebertritte aus dem Tale der Milina in das der Sutina nordwärts begleitet. Sie tritt an der Grenze grünlicher, 50° gegen NNO einfallender Kalkschiefer gegen dunkelrote tonige Schiefer aus und hat drei Ursprungsstellen. Der unter einem vom südlich benachbarten Gebirge abgestürzten Kalkblocke gelegene Ursprung speist einen an der Straße stehenden Tränkbrunnen mit Steintrog. Die Temperatur dieses Quellastes war im Frühlinge 9·08, im Sommer 12·56. Die andere Quelle liegt 700 *m* weiter östlich, dicht unterhalb der Straße und ist in einer kleinen roh ummauerten Brunnstube gefaßt. Auch sie entspringt nahe unterhalb der Mućer Ueberschiebung noch im Bereich der Triasschichten. Gleich oberhalb der Straße stehen tiefgraue Kalke der unteren Werfener Schichten mit steilem südlichem Verflächen an. Weiter oben folgen — durch eine schmale schuttbedeckte Schieferzone von ihnen getrennt — Kalkbreccien der Prominaschichten. Die Werfener Schiefer unterhalb der Straße fallen steil gegen NNO. Diese Quelle, genannt S t r m i c a, ist gleich der vorigen als Stauquelle zu deuten. Sie zeigte bei einer Messung kurz vor Mitte Juni 11·96°, bei einer in einem anderen Jahre kurz nach Mitte dieses Monates gemachten Messung 11·58°.

Nach ihrem Austritt aus den unteren Werfener Schiefern quert die Schlucht der Sutina steil gegen SSW einfallende obere Werfener Schichten und kommt dann in ein Bruchgebiet zu liegen, wo eine Scholle von Triasdolomit zwischen Oltarnik- und Werfener Schichten eingesunken erscheint. Die Talschlucht folgt nach Querung eines dislozierten Zuges von wackigen und brecciösen Oltarnikgesteinen einer Grenze zwischen oberen und unteren Werfener Schichten, erstere zur Linken, letztere zur Rechten lassend. Die grünlichgrauen Kalkschiefer am linken Bachufer sind steil gestellt und stark verdrückt und stoßen scharf an Dolomiten ab, welche das Gehänge oberhalb der Uferfelsen bilden. In der Mitte ist diese durch ihre Schärfe ausgezeichnete Verwerfungslinie durch Dolomitschutt überdeckt, weiter taleinwärts und talauswärts aber deutlich sichtbar. Am unteren Rande der Schuttmasse entspringt eine schöne und sehr kräftige Quelle. Ihr Wasser sprudelt, in viele Fäden zerteilt, über reich mit Moos bewachsene Tuffabsätze und stürzt dann über die Schichtköpfe der steil aufgerichteten, parallel zum Ufer streichenden Kalkschiefer in das Sutinabett hinab.

Diese prachtvolle Quelle, welche in der Spezialkarte nicht verzeichnet ist und deren Name mir unbekannt blieb, stellt streng formell die Vereinigung einer Verwerfungsquelle mit einer Schuttgrundquelle

dar, doch ist die letztere Formbestimmung nebensächlich und so die Quelle vornehmlich als schönes Beispiel der in unserem Gebiete wenig zahlreichen an Störungslinien gebundenen Quellen anzuführen. Gegenüber den tonreichen Zwischenlagen der oberen Werfener Schichten ist der Triasdolomit gewiß das für Wasser durchlässigere Gestein. Er bleibt deswegen aber doch an sich eine wenig durchlässige Felsart, und wenn ihm hier eine reiche Quelle entströmt, so ist dies wohl durch örtlich stärkere Kluft- und Spaltenbildung im zertrümmerten Gesteine einer Störungszone zu erklären. Die Temperatur dieser Quelle war bei einer Messung um Mitte Juni 12·70°. Unweit derselben entspringt dort, wo die scharfe Grenze zwischen Kalkschiefer und Dolomit auf kurze Strecke im Rinnsale der Sutina verläuft, aus einer Dolomitspalte ein Quellchen.

Am sehr steilen rechtsseitigen Hange der Bachschlucht streicht hoch über ihr die Mućer Ueberschiebung weiter. Ihr Liegendflügel wird hier durch die steil aufstrebende, aus Rudistenkalk bestehende Nordseite der Visosnica dargestellt. Zu Füßen derselben ziehen sich Schutthalden hin, welche sich über die den Kalken angeschobenen Werfener Schiefer breiten und an einer Stelle bis zur Straße hinabreichen. Diese Halden sind von mehreren Einrissen durchzogen, in welchen die sich unter dem Schutte auf der Schieferoberfläche sammelnden Sickerwässer abgeleitet werden. Da man in diesen Einrissen aber selbst nach längerer Trockenheit noch etwas Wasser rieseln sieht, wäre es denkbar, daß es sich hier zum Teil auch um Wasser handelt, welches in isolierten Kalkklüften hinter den Werfener Schiefern zur Anstauung kam. Im Falle eines allgemeinen Zusammenhanges der Kluftnetze wäre jedoch die Ueberschiebungslinie an der Nordseite der Visosnica viel zu hoch gelegen, um zur Bildung von Ueberfallquellen Anlaß geben zu können.

Talabwärts von der Tuffquelle besteht das linkerseits der Sutina aufsteigende Gebirge aus Triasdolomit und dann bis gegen das Ende der schluchtartigen Talstrecke aus Muschelkalk, während zur Rechten die Mućer Ueberschiebung in geringerer Höhe als früher (hier unterhalb der Straße) fortstreicht. Das Bachbett kommt noch in den Triasdolomit und Triaskalk zu liegen. Aus den in das Dolomitgebirge eingeschnittenen Schluchten empfängt die Sutina zwei unbedeutende Zuflüsse. Im Tobel unter Botarello entspringt zu Zeiten mittleren Wasserstandes etwa 120 *m* von der Schluchtmündung entfernt aus Schutt ein klares Wässerchen, das allmählich sich verstärkend über mehrere das Bachbett querende Felsbarren zur Sutina hinabeilt. In dem weiter ostwärts eingeschnittenen Tobel entwickelt sich auch einige hundert Schritte oberhalb seiner Mündung eine Wasserader, die aber nach anfänglicher Verstärkung wieder schwächer wird. Man hat es hier mit Quellbildungen zu tun, die durch oberflächliche Zertrümmerung eines in der Tiefe wenig zerklüfteten Gesteines bedingt sind. Am gegenüberliegenden Gehänge, wo unter vielem Schutte nochmals Werfener Schiefer sichtbar werden, trifft man mehrere kleine Quellen, welche, wie die früher genannten, an der südlichen Schluchtseite, als Schuttgrundquellen aufzufassen sind. Ein kleiner Quelltümpel liegt im Graben westlich von dem Hause Djpalo neben einer Pyramidenpappel, zwei

Quellchen entspringen in dem östlich benachbarten Graben unterhalb des Straßenknies, das stärkere im Wasserrisse, das schwächere unweit davon in einem kleinen Becken neben einer Weide.

Beim Eintritte der Sutina in das Gebiet der jungtertiären Schichten erfährt der Formenschatz der Quellen ihrer Zuflüsse eine Bereicherung. Zu den bisher erwähnten Quellformen treten Rückstauquellen, welche das im klüftigen Kalkgebirge hinter der neogenen Talausfüllung sich ansammelnde Wasser zutage bringen. Im unteren Abschnitte des Grabens, welcher kurz vor der Topla Draga in das Sutinatal mündet, trifft man drei kleine Quellen, deren Wasser über die sich vor die Grabenmündung legenden Neogenabsätze in die Sutina abfließt. Aus der Topla Draga nimmt die Sutina gleichfalls einen Zufluß auf. Die schwachen Anfänge des aus dieser Talschlucht kommenden Bächleins mögen von derselben Entstehungsart sein wie die schwachen Wässerchen in den Dolomitschluchten unter Botarello. Das rasche Anschwellen des Bächleins vor seinem Uebertritte in die lignitführenden Mergel ist aber auf Speisung durch Kluftwasser der Rhät- und Liaskalke zu beziehen, welches durch die Mergeldecke am Weiterströmen gehemmt und zum Ueberfließen ihres Randes gezwungen wird. Ein besonders schönes Beispiel für eine Quellbildung der soeben genannten Art findet sich in einem der kleinen Gräben, welche in die in das Sutinatal sich öffnende Talmulde unter Vidić münden. Das Wasser sprudelt dort an von Ostryabäumen überschatteter Stelle unter einem mit Ceterach überwucherten Kalkfels aus einer niedrigen Höhlung stark hervor und rauscht über dicht mit Moos überzogene Blöcke weiter. Die Grenze der pliocänen Mergel gegen das Grundgebirge, welches auf der Westseite von Lučane aus Liaskalk besteht, entspricht hier — wie am Ende der Topla Draga — einer Bruchlinie, nicht einer Transgression.

Aus dem Talkessel von Lučane empfängt die Sutina einen Bach, der sich aus vielen Quelladern zusammensetzt, die an der West- und Südseite des Kessels ihren Ursprung nehmen. Die Hänge bauen sich dort aus den von mir als Zone IV—VII der Neogenentwicklung westlich von Sinj unterschiedenen Schichten auf; es sind dies bläulichgraue Mergel mit *Fossarulus tricarinatus*, dunkelgraue fossilarme Mergel, lichtgraue Mergel mit *Dreissena cfr. dalmatica* und gelbliche Mergelkalke mit *Foss. Stachei* und *Dreiss. cfr. triangularis*. Oberhalb dieser Schichten lagern mächtige Schuttmassen und auch die Mergelhänge sind mit vielem Schutt überstreut, so daß das anstehende Gestein oft nur in den allerdings zahlreichen Einrissen sichtbar wird. Nach starkem Regen sind diese Runste die Hauptwege der oberflächlichen Wasserabfuhr; unter mittleren Witterungsverhältnissen kommt es in ihnen zur Entwicklung schwacher Gerinsel, welche durch das unter dem Schutte auf der Mergeloberfläche absickernde Wasser gespeist werden. Das Bezeichnende für diese Wasseradern ist die Allmählichkeit ihrer Entwicklung. Am unteren Ende der Runste trifft man murmelnde Bächlein, steigt man in den Einrissen empor, so sieht man ihre Wasserführung schwächer und schwächer werden, dann ist nur noch ein Tröpfeln und Rieseln zu bemerken, endlich sieht man nur mehr kleine Lacken mit stehendem Wasser und

feuchte Flecken. Man hat es hier gleichsam mit über eine lange Strecke auseinandergezogenen Schuttgrundquellen zu tun. Im scharfen Gegensatz zu den als geschlossene Wassermasse hervorbrechenden Quellen entziehen sich diese Wasseraustritte ganz einer von Luftwärme und Sonnenstrahlung unbeeinflußten Messung ihrer Temperatur.

Dieselben hydrologischen Verhältnisse wie in dem Talkessel von Lučane trifft man im östlich benachbarten Tälchen von Sladoja. Die Westseite desselben zeigt auch den gleichen geologischen Aufbau wie die vorgenannten Hänge; auf seiner Ostseite stehen tiefere, der Zone II meiner Einteilung des Neogens von Sinj entsprechende Schichten an. Auch in der Talmulde von Sladoja ist zu sehen, wie die Schuttquellenbildung in enger Abhängigkeit von den örtlichen Verhältnissen steht. Wo das Einzugsgebiet räumlich beschränkt oder die Schuttdecke der Hänge beiderseits der Wasserrisse wenig mächtig ist, oder wo diese Decke wegen starker Beimengung von Lehm selbst wenig durchlässig erscheint, trifft man in den Runsten nur feuchte Streifen oder gar kein Wasser an, desgleichen dort, wo die Runste selbst mit Schuttmassen erfüllt sind. Gegenüber dem Tälchen von Sladoja entspringt linkerseits der Sutina am Fuße der steilen Südhänge des Vucjak eine Grundwasserquelle. Neben ihr liegt eine algenerfüllte Lacke mit lebhaft rieselndem Abwasser.

Die Sutina zählt zu jenen Wasserläufen des mittleren Dalmatien, welche einen größeren Teil des Jahres hindurch ununterbrochen fließen. Allerdings ist auch sie außerhalb der Hauptregenzeit nur ein unbedeutender Bach. Kurz oberhalb der Einmündung der aus dem Talbecken von Lučane und aus dem Tälchen von Sladoja kommenden Zuflüsse wird sie von dem von Sinj über den Nebesaberg nach Vidić (und weiter nach Zelovo) führenden Pfade überquert, aber ohne Brücke!, ein Zeichen, daß sie zumeist so wenig Wasser führt, daß eine Reihe quer durch sie gelegter Steine nicht überflutet wird und ihre trockene Ueberschreitung gewährleistet. Aber gerade hier ist ihr an wohlgeglätteten Geschieben von Werfener Sandsteinschiefern reiches Schotterbett von ansehnlicher Breite, ein Beweis, daß sie nach starken Niederschlägen in der Herbstregenzeit zu einem mächtigen Bach anschwillt. Das im Becken von Lučane sich entwickelnde Bächlein verläßt dagegen sein Nährgebiet in einem schmalen, aber verhältnismäßig tiefen, durch Wiesen sich hinschlängelnden Rinnsale.

Das Anfangsstück der Sutina schneidet in undurchlässige Schiefer ein; auch die in den Dolomit der Trias eingetiefte Rinnsalstrecke dürfte ziemlich abgedichtet sein. Erst im Endstücke ihres Oberlaufes, im Bereich der Triaskalke könnte die Sutina Wasserverluste erleiden. Doch wäre es möglich, daß auch hier noch auf der rechten Talseite unter dem Schutte Werfener Schiefer durchstreicht und eine seitliche Wasserabfuhr hemmt. Allerdings handelt es sich hier um eine Störungszone, in welcher auch undurchlässige Schichten kaum die Rolle einer lückenlosen Stauwand spielen dürften. Falls die Sutina in dieser Gegend Bachwasser verliert, könnte dieses in der Gorucicaquelle, welche in wenig mehr als 3 *km* Abstand und in etwa 50 *m* tieferer Höhenlage ostsüdostwärts von hier ausbricht, wieder zutage treten.

Gegenüber auf unsicherem Grunde sich aufbauenden Vermutungen wäre eine bestimmte Lösung dieser Frage eine der vielen Aufgaben, welche sich einer systematischen Vornahme von Färbeversuchen in Mitteldalmatien darböten.

Die Quellen in der Ebene der Karakašica.

Die große Ausweitung, welche das Tal der Cetina nach seiner Einengung zwischen den Vorbergen der Viesca Gora und der Svilaja erfährt, wird durch das Hügelland von Sinj in einen nördlichen und südlichen Teil geschieden. Der erstere stellt eine zwischen dem Ostfuße der Svilaja und der dem Prolog westwärts vorgelagerten Terrasse gelegene kleine Ebene dar. Im mittleren Teile derselben ragen zwei Hügel auf, zwischen welchen die Karakašica, der Unterlauf der Sutina, nordwärts hindurchfließt, wogegen die Cetina entlang dem Ostrande der kleinen Ebene nach Süden strömt.

Die genannte Ausweitung steht mit dem Wiederaufbrechen der sich unterhalb Koljane schließenden tektonischen Talspalte in ursächlichem Zusammenhange. Demnach besteht der Untergrund der Talmulde von Karakašica aus Rauhwacken und Gipsen der obersten Dyas. Sie treten aber nur auf dem westlichen der beiden vorgenannten Hügel und auf der Westhälfte des Südrandes der Talmulde zutage. Die Spaltenränder werden rechterseits von Jura- und Kreidekalken gebildet. Das sich an diese Ränder lehnende und den Spaltenboden großenteils überdeckende Neogen umfaßt verschiedene Glieder dieser Formation. Von Quartärgebilden sind umgeschwemmter Diluvialschutt, welcher die Dyasgesteine großenteils umhüllt, Verwitterungslehm- und Schutt der neogenen Schichten und alluviale Flußanschwemmungen vorhanden.

Betreffs der Quellenarten ist unter diesen geologischen Verhältnissen keine Einförmigkeit vorhanden. Die Besäumung der aus Kalkstein aufgebauten Talränder mit schwer durchlässigen Schichten bedingt an Stellen, wo dieser Saum Lücken aufweist, das Hervorbrechen großer Karstquellen, an Stellen, wo er nur leicht eingekerbt erscheint, das Auftreten von Rückstauquellen.

Die reiche Schuttentwicklung über zum Teil undurchlässigen Schichten führt zur Bildung von Schuttgrundquellen und von Schuttquellen engeren Sinnes, endlich kommt es zu Austritten von Grundwasser in der alluvialen Talausfüllung. Die Ebene der Karakašica wird mittlings von der Nordgrenze des Blattes Sinj-Spalato durchschnitten und es soll darum auch hier zwecks Vermeidung einer untunlichen Halbheit der Darstellung diese letztere über den Kartenrand hinausgetragen werden.

Bald nach ihrem Eintritte in die Talweitung von Karakašica empfängt die Cetina links einen starken Zufluß, der aus einer hydrologisch ungemein interessanten Seitenbucht des Talbeckens kommt. Noch vorher, etwa 1 *km* unterhalb der jetzt durch eine schöne Steinbrücke ersetzten Ueberfuhr von Panj, nimmt sie einen Bach auf, der in einem großen Felskessel am Eingange der genannten Bucht seinen Ursprung hat. Dieser Bach fließt aber nur nach starken Nieder-

schlägen; zu Zeiten mittleren Wasserstandes ist sein Geröllbett trocken. Dagegen entspringt an dessen linkem Ufer vor dem Eingange in den Felskessel eine schöne und starke Quelle. Der etwa 100 *m* weiter ostwärts in die Cetina mündende Fluß, der Veliki Rumin, setzt sich aus zwei ungleich starken Quellsträngen zusammen.

Der kleinere entspringt hoch über dem Niveau der Cetina am Nordhange der Talnische. Er quillt unter einer rötlichen Felswand, die aus 35° SO fallendem gut geschichtetem Chamidenkalk besteht, und aus einer kleinen Höhle neben dieser Wand hervor. Vor dieser Wand liegen große Blöcke, deren dichter Moosüberzug auf noch höhere Wasserstände hinweist. Das hier mit Wucht hervorbrechende Wasser schäumt durch eine blockerfüllte enge isoklinale Felsschlucht steil hinab und erreicht kurz vor seiner Vereinigung mit dem größeren Quellstrange die Talsohle. Zur Rechten bilden Schichtköpfe, zur Linken stark geneigte Schichtflächen die dicht mit Buschwerk überwucherten Schluchtwände.

Dieser Quellbach ist in landschaftlicher Hinsicht wohl der schönste unter den vielen prächtigen Quellen, welche die Cetina auf ihrem über sechs deutsche Meilen langen Oberlaufe linkerseits aufnimmt. Wildheit der Felsszenerie, schäumendes Wasser und üppiges Strauchwerk sind in tief eingeschnittenen Tälern zwischen den öden wald- und wasserlosen Hochflächen des Karstes nichts Ungewohntes; wenn man hier dennoch versucht ist, zu vergessen, daß man sich in Dalmatien befindet und sich in eine Schlucht der Kalkalpen versetzt glaubt, so mag dies wohl dem auf längere Strecke steilen Gefälle des tosenden Baches zu danken sein. Die große Mehrzahl der mächtigen Karstquellen bricht am Fuße der Talgehänge hervor und hat bis zur Erreichung der Talsohlen nur einen geringen Höhenunterschied zu überwinden. Die vorige Beschreibung gibt die Eindrücke wieder, welche ich bei einem Besuche der Quelle bald nach Mitte Juni nach einem ziemlich regenreichen vorausgegangenen Frühlinge empfieng. Nach Angabe eines Müllers der Mühlen von Lovrić verschwindet der in Rede stehende Bach durchschnittlich in der zweiten Julihälfte. Ob er hiebei seine Austrittsstelle rasch bis an den Fuß des Abhanges hinabverlegt oder schon früher versiegt, habe ich nicht erfahren.

Der größere Quellstrang kommt aus einer Felsschlucht auf der Nordostseite der Talbucht, durch welche der Veliki Rumin dem Cetinaflusse zuströmt. Diese in mittelsteil gegen SO einfallende graue Kreidekalke eingeschnittene Felsschlucht ist von seltener Wildheit und Großartigkeit. Auf beiden Seiten springen zerrissene Grate und Schrofen vor, zwischen denen sich Schutthänge steil zum Schluchtgrunde hinabsenken. Tief unten rauscht zwischen teilweise unzugänglichen Ufern der mächtige Quellast. Sein Ursprung liegt weit hinten in einer links von Felsabstürzen, rechts von Trümmerhalden begrenzten und durch Steilwände abgeschlossenen Nische. Eine gewaltige Wassermasse quillt hier unter Pulsationen aus der Tiefe herauf. Sie ist im Gegensatze zur Kristallhelle und Klarheit der Gebirgsquellen leicht getrübt und hat eine schmutzig grüne Farbe. Die Halde rechterseits ermöglicht es, bis an die Ursprungsstelle des Rumin steil hinabzusteigen.

Tausend Meter flußabwärts vom Veli Rumin mündet in die Cetina der Quellbach Mali Rumin. Er quert den Zug von neogenen Schichten, welcher links vom großen Ruminflusse beginnend, bis in die Nähe von Han streicht und kommt aus einem Felskessel, welcher in den Rand der Kreidekalkterrasse hinter dem Neogen eingesenkt erscheint. Das Wasser quillt hier zu Zeiten mittleren Standes im Kesselgrunde unter großen wirr durcheinander liegenden Felsblöcken heraus, die hoch hinauf mit Moos überzogen sind und ist zum Unterschiede von dem des großen Rumin klar und rein. Am rechten Ufer des Quellbaches traf ich vor dem Eingange in den Felskessel in der zweiten Junihälfte noch mehrere Quellen fließend an, eine schwächere, drei stärkere und dann noch zwei schwache Quellen schon nahe der weit talauswärts stehenden Mühle. Auch an diesen Stellen tritt das Wasser unter moosbedeckten, zum Teil mit Brombeergesträuch umrankten Blöcken aus. Dem vom Hydrographischen Zentralbureau herausgegebenen Wasserkraftkataster zufolge beträgt das mittlere jährliche Minimum der sekundlichen Abflußmenge beim Mali Rumin 100 *l*, das voraussichtliche absolute Minimum dieser Menge 30 *l*. Beim Veliki Rumin stellen sich die entsprechenden Werte auf 2000 und 1770 *l*.

Die am 20. Juni 1911 von mir vorgenommene thermometrische Messung der Ruminquellen hatte das merkwürdige Ergebnis, daß die Temperatur der Hauptquelle des großen Rumin um 4·02° höher gefunden wurde als jene der in 700 *m* Abstand entspringenden Quelle von Lovrić und um 3·56° höher als die Temperatur der in 950 *m* Abstand gelegenen Quelle des Mali Rumin, während die Wärmeunterschiede zwischen der Quelle bei den Mühlen von Lovrić und den in einer Entfernung von mehr als 5 *km* weiter nordwestwärts entspringenden großen Quellen Peruca, Crno Vrelo und Majden Vrelo nur wenige Zehntel Grade betrugen und die Temperaturdifferenz zwischen dem Mali Rumin und dem in südöstlicher Richtung 6 *km* entfernten Kozinac nur einen halben Grad betrug. Bei der an anderer Stelle vorgenommenen Betrachtung dieser thermometrischen Befunde habe ich zwischen aus ihnen ziehbaren sicheren Schlüssen und auf sie gründbaren Vermutungen unterschieden. Erwiesen ist durch jene Messungen, daß das Kluftnetz des Veli Rumin von dem seiner Nachbarquellen getrennt ist. Es liegt hier ein thermometrischer Nachweis dafür vor, daß auch im reinen Kalkgebirge, das für die Entwicklung eines zusammenhängenden Kluftnetzes günstig schiene, eine Scheidung benachbarter Kluftwasserstränge Platz greifen kann, und daß die Annahme eines allgemeinen Zusammenhanges der Klüfte im Kalkgebirge eine irrige ist. Als hydrographischer Beweis für die Unrichtigkeit dieser Annahme ist den in der Literatur schon angeführten Beweisen der Tatbestand anzureihen, daß die Quelle bei Lovrić hoch über dem Niveau der Talsohle reichlich ausfloß, während die Quelle des Veli Rumin in der Tiefe des Tales entsprang und das Rinnsal westlich vom Quellbache von Lovrić noch im Tale unten eine Strecke weit trocken lag.

Vermuten läßt sich, daß die Quelle des Veliki Rumin den Ausbruchsort eines in Ponoren des Livanjsko Polje verschwindenden echten Höhlenflusses darstellt. Gestützt wird diese Vermutung durch

den Umstand, daß das Wasser des Veliki Rumin getrübt und von schmutziggrünlicher Farbe war, während die anderen Quellbäche teils völlig klar erschienen, teils nur eine Spur von Trübung zeigten und einen Stich ins Stahlblaue aufwiesen. Eine weitere Stütze erhält sie dadurch, daß das Wasser des Veli Rumin ein wenig nach Erde und pflanzlichem Detritus schmeckte, wogegen die benachbarten Quellwässer sehr wohlschmeckend waren.

Thermometrische Beweismittel für die Höhlenflußnatur des Veliki Rumin wären eine größere jährliche Wärmeschwankung als die der Nachbarquellen, eine Verfrühung der Temperaturextreme gegenüber jenen und vielleicht auch eine kleine tägliche Wärmeänderung. Leider war es mir nicht gegönnt, die Frage nach der Flußnatur des großen Rumin bisher weiter zu verfolgen, da die Ruminquellen außerhalb der in den letzten Jahren für die geologische Aufnahme zunächst in Betracht gekommenen Gebiete lagen und auch zu abseits gelegen sind, als daß ich sie zum Zwecke wiederholter Temperaturmessung eigens hätte besuchen können. Von besonderer Bedeutung wäre für die Lösung der beregten Frage die Vornahme von Färbeversuchen (eventuell auch die Versenkung signierter Holzstücke), sie könnte — was die Thermometrie wohl nicht vermöchte — auch zur Feststellung bestimmter Schlucklöcher des Livanjsko Polje als Eintrittspforten des Veliki Rumin führen. Die von mir gemessenen Temperaturen waren:

Quelle östlich von Musterić	8·86
Quelle hinter Lovrić	9·00
Veliki Rumin	13·02
Mali Rumin	9·46
Rechtsseitige Nebenquelle des letzteren . .	9·76

In der schmalen Talrinne, welche die Verbindung der Ebene von Karakašica mit dem Sinjsko polje vermittelt, bricht an der östlichen Talwand die große Karstquelle Kozinac hervor. Nahe unterhalb der Brücke, die bei Han über den Cetinafluß führt, ergießt sich in denselben links ein breiter Wasserlauf, der kurz vor seiner Mündung auf vielbogiger Steinbrücke von der nach Otok führenden Straße übersetzt wird. Gleich hinter dieser Brücke sieht man den Wasserlauf aus einer Felsschlucht kommen, vor deren Eingang sich eine Mühle legt. Dringt man in die Schlucht vor, so gewahrt man alsbald schon in deren Mitte den Ursprung des Flußlaufes. Besonders reiche Zufuhr empfängt derselbe von der rechtsseitigen Schluchtwand, wo an einer Reihe dicht nebeneinander liegender Stellen aus den den Fuß der Wand besäumenden Felstrümmern Quelladern zutage treten. Von dem Ursprung in der Mitte zieht sich ein mit moosbedeckten Blöcken übersätes schlammerfülltes Rinnsal einige Dutzend Meter weit einwärts bis zum felsumrahmten Fond der Schlucht. Die den Höchststand des Kluftwassers bezeichnende Moosgrenze auf den Felsen lag gegen Ende des Frühlings 2 *m.* über dem Wasserspiegel, ein Zeichen, daß der Kozinac großen Schwankungen unterliegt und in der Trockenzeit wohl sehr zusammenschrumpft. Gleich hinter der genannten Brücke fließt dem eben beschriebenen breiten Quellbach links ein schmälerer Bach

zu, der sonst am geröllerfüllten Boden einer Gehängenische austritt, und bei großer Wasserfülle seinen Ursprung bis zu einer diese Nische hinten schließenden Felsbarre zurückverlegen kann. Längs der Uferstrecke zwischen den beiden Bächen tritt auch noch an mehreren Stellen Wasser aus. Es befindet sich da auch ein aufsteigendes Quellchen.

Die Schlucht des Kozinac ist in Rudistenkalk eingeschnitten, über welchem rechts dünnbankige neogene Breccien transgredieren, links junge Schuttbreccien und neogene Mergelkalke diskordant aufliegen. Bis Han reichen aber auch auf der rechten Seite des Quellbaches mergelige Kalke. Das Verflächen der jungtertiären Schichten ist beiderseits der Schlucht ein sanft gegen WSW gerichtetes. Die von mir am 22. Juni 1911 erhobenen Quellentemperaturen waren:

Hauptquelle	9·00
Vier auf der Ostseite der Schlucht unter Felsblöcken nebeneinander austretende Quellen	8·84—8·86
Quelle hinter der Mühle aus Felsspalten kommend	8·90
Quellen vor der Schlucht:	
Quelle unter Ulmenbäumen	8·86
Quelle unter schwach geneigter Kalkmergelbank aufsprudelnd	8·82
Quelle neben der vorigen	8·96
Quellen unter geneigten Mergelbänken entspringend	8·88—8·90

Bei einer am 16. April 1906 erfolgten Messung zeigten die verschiedenen Ausläufe des Kozinac Temperaturen zwischen 8·76° und 9·80°. Die aperiodischen Wärmeschwankungen sind bei den Karstquellen groß genug, um die Unstimmigkeit zu begründen, daß eine Frühlingsmessung der Temperatur einen etwas höheren Wert ergibt als eine Frühsommermessung in einem anderen Jahre.

Die durchschnittliche Abflußmenge des Kozinac bei Niederwasser ist den Erhebungen des Hydrographischen Zentralbureaus zufolge 600 Sekundenliter, das voraussichtliche Minimum seiner Wassermenge in sehr trockenen Sommern 500 *sl.* Der Kozinac ist in letzter Zeit zur Wasserversorgung von Sinj herangezogen worden, da die bisher aus dem Neogen der Ortsumgebung gewonnenen Wasservorräte nicht mehr ausreichend waren.

Rechterseits empfängt die Cetina nach ihrem Eintritte in die Ebene von Karakašica zwei Bachrinnsale, die hauptsächlich als Abzugswege für oberflächliche Entwässerung dienen und bei längerem Ausbleiben von Niederschlägen trocken liegen. Das nördlicher gelegene Rinnsal, die Banović Draga, entwickelt sich aus mehreren Wurzelgräben im Dolomitgebiete am Osthange des Orlove stiene, das südlicher gelegene, die Vukov Draga, in den Jurakalken der Umgebung Zelovo's. Die unteren Stücke beider Bachgerinne sind in die Neogenschichten

der Gegend von Ervace eingeschnitten. Die Wasserrisse im Neogengelände zwischen beiden Bächen vereinigen sich zu einer Abzugsrinne, welche bei Bosnjak in die Vukov Draga mündet. Etwas unterhalb dieser Stelle tritt aus den flach talwärts fallenden Mergelkalken die Quelle Zdralovac hervor.

Die nähere Umgebung von Ervace wird durch zwei Quelläste des Baches Vojskova entwässert, welcher sich kurz vor der Einmündung der Karakašica in die Cetina in erstere ergießt. Der stärkere dieser beiden Aeste kommt aus einem südlich vom Kirchenhügel von Ervace gelegenen schönen felsumrahmten Quellteiche, dessen Wasser von solcher Klarheit ist, daß man jedes Steinchen an seinem Grunde erkennen kann. Diese prächtige Quelle, welche bei einer Junimessung 10·50° aufwies, dient zur Versorgung der zerstreuten Hütten von Ervace mit Trinkwasser, ihr Ablauf, welcher gleich unterhalb des Quellteiches über eine mit Kalktuff überzogene Barre stürzt, liefert fünf kleinen Mühlen die für sie nötige Wasserkraft. Der schwächere Ast der Vojskova entwickelt sich aus den Sickerwässern in der mit Eluvien des Neogens erfüllten Mulde zwischen den Hügeln von Ervace und dem Ostfuße der Plisevica. Das Wasser tritt aber erst am unteren Muldenende in der Zužmoquelle an den Tag. Es durchfließt dann den feuchten Wiesenboden zwischen dem Hügelzuge von Ervace und den Vorhöhen des Vucjak und nimmt hierbei noch mehrere Quellen auf. Drei stärkere entspringen am linken Ufer des Quellbaches in einer Felsnische des Riffes von Kreidekalk, welcher am Südfuße des Ervacer Hügelzuges aus dem Neogen hervorschaut. Schwache Wässer kommen auf derselben Uferseite weiter talauswärts aus Rasenboden hervor.

Westwärts von den Ursprüngen des Zuźmobaches trifft man eine schöne Quelle in dem Graben bei Pletikosić, der sich zur Mulde zwischen der Plisevica und ihrem Vorberge Vucjak hinaufzieht. Sie entspringt aus moosbedeckten Trümmern nahe oberhalb jener Stelle, wo der Graben aus dem oberen Kreidekalke in die diesem diskordant aufruhenden jungtertiären Schichten übertritt. Letztere sind hier als klüftige gelbe Mergelkalke mit tonigen und sandigen Zwischenlagen, die *Ceratophyllum Sinjanum* führen, entwickelt. Man hat es hier mit einer Rückstauquelle zu tun, die von den früher beschriebenen ähnlichen Quellen bei Lućane insofern abweicht, als hier die Grenze zwischen Grundgebirge und Neogen nicht einer Verwerfung, sondern einer Transgression entspricht. Unter den Quellchen des Neogengebietes, welches sich an den Ostabfall des Berges Vucjak anlehnt und zwischen dem Zužmobache und der Sutina ausdehnt, ist die Quelle Prvan zu erwähnen.

Bald nach seinem Austritte in die Ebene nimmt der Sutinabach rechts die Vereinigung jener Wasserfäden auf, die in den vielverzweigten, in das Hügelland von Sinj von Norden her eingreifenden Gräben zur Entwicklung kommen. Die Zusammensetzung der quartären Hülle dieses Gebietes aus Verwitterungslehm triadischer Schiefer, kalkreichem Schlamm neogener Schichten, Roterde, Sand, Bachschotter und Gebirgsschutt, die infolge wiederholter Umschwemmung schichtungslos durcheinandergemengt erscheinen, so daß das Diluvium hier manchmal einer Grundmoräne ähnlich sieht, ist zwar einer Bildung

größerer Quellen abhold, aber stellenweise doch zur Sammlung von Sickerwässern führend. Hiezu kommen schwache Wasseraustritte an solchen Stellen, wo schuttreiches, etwas durchlässiges Diluvium auf sonigen Werfener Schichten ruht, wogegen in den letzten Verzweigungen der Gräben, wo die Tonschiefer einer quartären Decke fast entbehren, nur die Bedingungen für oberflächlichen Abfluß der Niederschläge gegeben sind.

Im Hintergrunde der Talbucht, welche zwischen das Hügelland südlich der Sutina und den weit gegen Nord vortretenden Nordrücken des Berges Susnevac eingreift, entspringt in einer von steilen Höhen umrahmten buschreichen Nische die Bukvaquelle. Zu ihrer Linken erheben sich steile, von kleinen Schratten zerfurchte Schrofen von Gipsmergel, zur Rechten stehen sanft gegen SO fallende buntgebänderte, tonige und sandige Ceratophyllum-Schichten an, indes die Rückwand der Felsnische von den weißen muschlig brechenden und den gelblichen dickbankigen Mergelkalken im Hangenden dieser Schichten aufgebaut wird. Von der Bukvaquelle, welche in einer wohlummauerten Brunnstube mit zwei Ausläufen und vorgebautem Steintroge gefaßt ist und den Bewohnern der zerstreuten Hütten von Karakašica zur Wasserversorgung dient, liegen mir — wie von den anderen größeren Quellen der Umgebung Sinjs — fünf eigene Temperaturmessungen vor, die im folgenden mitgeteilt seien:

8. November 1904	11·55
16. April 1905	11·34
15. April 1906	11·40
13. Juni 1907	11·63
14. Mai 1909	11·51.

Die aus diesen Werten zu folgernde geringe periodische und aperiodische Schwankung weist auf ein weit in das Berginnere hineinreichendes Wurzelgeflecht hin.

Außer den bisher besprochenen Quellen, welche sich auf die Ränder der Ebene von Karakašica verteilen, treten auch in deren Innerem einige Quellen auf. Die Spezialkarte verzeichnet zwei Quellen in den feuchten Wiesen unterhalb Ervace, den Slano Vrelo südlich vom Hügel von Krin, an dessen Westseite zwei von Sumpf umgebene Teiche liegen, und die Quelle Glibuša in der Ebene nordöstlich vom Susnevac. Es handelt sich hier um Grundwasserquellen, nur beim Slano Vrelo (Gipsquelle) weist der Name auf eine Herkunft aus dem dyadischen Untergrunde hin.

Die Quellen auf der Westseite des Sinjsko polje.

Die im Bereich des Sinjsko polje der Cetina rechts zufließenden Wässer entspringen teils am Westrande dieser Ebene, teils im Sinjaner Hügellande. Im letzteren treten Quellen hauptsächlich innerhalb der jungtertiären Schichten auf, die sich um den bis in die oberste Dyas reichenden Aufbruchskern herumlegen. Während im Süden auch in morphologischer Hinsicht eine Anlagerung des Neogen-

saumes an die Rauhwacken und Gipse Platz greift, bildet dieser Saum im Norden orographisch selbständige Gesteinszüge. Es schiebt sich hier von Osten her das Alluvialgebiet der Cetina zwischen die Kern- und Hüllschichten des Sinjaner Hügellandes ein. So kommt es, daß hier die Wasserscheide zwischen den Ebenen von Karakašica und Sinj erst über den nördlichen Randwall des Hügellandes verläuft.

Im innersten Teile der vorgenannten alluvialen Bucht befinden sich zwei bemerkenswerte Quellen. Die eine entspringt im unteren Teile des Südhanges des vom Berge Susnevac gegen Ost abgehenden Rückens. Dieser Rücken besteht aus einer mäßig steil gegen N einfallenden Schichtmasse, welche die unteren und mittleren Stufen des Sinjaner Neogens umfaßt, so daß an seinem Südfuße Ceratophyllumschichten, an seinem Nordrande Cyperitesschichten anstehen und der First des Rückens von den dickbankigen gelbgrauen Hohlkehlenmergeln gebildet wird. Die besagte Quelle tritt in den obersten Lagen der von sandigen Bänken durchzogenen Bändermergel aus, noch etwas unterhalb der Zone des lichtgrauen, scherbig zerfallenden Mergels, welcher das Liegende der Hohlkehlenmergel bildet. Der Struktur nach liegt eine Ueberfallquelle vor; die Hangendschichten des Quellortes zählen aber nicht zu jenen Gesteinen, denen man ein größeres Maß von Durchlässigkeit zuschreiben könnte. Sie zeigen auch mehr die Formen des Geländes mit oberflächlichem Abflusse. Man reicht so hier mit einer schematischen Betrachtung des Quellenphänomens nicht aus und muß die Möglichkeit des Bestehens von Klüften in den scherbig zerfallenden Mergeln sowie ganz allgemein einen Ueberschuß der Wasserzufuhr gegenüber den Abfuhrmöglichkeiten annehmen, ohne damit die Vorstellung von einer größeren lithologischen Verschiedenheit der Schichten ober- und unterhalb der Quelle zu verbinden.

Die andere Quelle entspringt südwestlich von der vorigen auf der Ostseite des kleinen Hügels, welcher sich zwischen dem Susnevac und dem großen Hügel Sibenica einschiebt. Jener kleine Hügel besteht aus sanft gegen N einfallenden, mit sandigen Ceratophyllumschichten wechselnden Bändermergeln, über welche sich — den Hügel krönend — eine Lage von neogenen Breccien breitet. Hier muß man wohl annehmen, daß die der Schichtneigung entsprechend gegen N abfließenden Wässer durch ein Hindernis, eine Kluft oder kleine Störung, gezwungen werden, senkrecht zur Fallrichtung der Schichten auszufließen. Beide Quellen sind in wohlummauerte, mit Auslaufrohren versehene Brunnstuben gefaßt und versorgen die Bewohner der Hütten von Glavice (Poljak, Jadrijević, Masnić) mit Trink- und Nutzwasser.

Ueber die Temperatur beider Quellen liegen mir fünf eigene Messungen vor, die hier angeführt seien:

	Quelle westlich von Solto	Quelle bei Poljak
5. November 1904 . .	13·58	12·81
16. April 1905	11·90	12·66
16. April 1906	11·92	12·74
13. Juni 1907	12·21	12·64
14. Mai 1909	11·80	12·40.

Diese Messungen gestatten es, über die Jahresschwankung und die aperiodischen Schwankungen der Wasserwärme einen Ueberblick zu gewinnen. Die Quelle bei Poljak ist, wie man sieht, von ziemlich großer thermischer Beständigkeit.

Geringfügige Quellbildungen trifft man am Südsaume des in die Cetinaebene vortretenden Teiles des Sinjaner Hügellandes. Unterhalb Ćović findet sich an der nach Livno führenden Straße ein Bunar und an der Abzweigung der längs des Nordrandes der Ebene nach Modrić leitenden Seitenstraße ein gemauerter Brunnen, aus dessen Auslaufrohr ich aber oft kein Wasser fließen sah. Bei der Quellenmessung um die Frühlingsmitte 1905 zeigte dieser Brunnen 10·54°, war also um eineinhalb bis zwei Grade kälter als die vorgenannten Quellen, was auf ein weniger tief liegendes Nährgebiet hinweist. In der großen vielverzweigten Rinne, welche sich im Norden des Nebesahügels entwickelt und gleich östlich von Sinj in die Ebene mündet, treten aus den von stark lehmigen Lagen durchzogenen Schuttmassen, welche das Grundgebirge umhüllen, mehrorts schwache Rieselwässer aus. Eines derselben zeigte im November, als die anderen Quellen der Umgebung von Sinj Temperaturen zwischen 12·5 und 13·7 aufwiesen, nur 10·2, was einen oberflächlichen Ursprung anzeigt.

In der nächsten Umgebung von Sinj finden sich zwei Quellen, die im Schutte über undurchlässiger Unterlage sich sammelndes Wasser an den Tag bringen. Die eine liegt in der flachen Mulde zwischen dem Sinjaner Festungshügel und der Nebesa, die andere auf der Westseite des Sattels, welcher hinter dem Castellhügel aus jener Mulde in das Gorucicatal hinüberführt. Auch diese beiden Quellen wurden von mir wiederholt gemessen. Die abgelesenen Temperaturen waren:

	Quelle in der Mulde	Quelle am Sattel
10. November 1904 . .	12·56	13·68
16. April 1905	12·30	—
15. April 1906	12·30	12·06
14. Juni 1906	13·34	13·60
13. Juni 1907	12·36	12·44
14. Mai 1909	12·08	11·62.

Die Quelle in der Mulde wies geringere Wärmewechsel auf; es liegt nahe, anzunehmen, daß sie aus tieferen Schichten gespeist wird als die Quelle am Sattel. Am Südhange der Nebesa, wo alle im Talkessel von Lučane unterscheidbaren Stufen des Neogens vertreten sind, entwickeln sich auch mehrere kleine Quellen. Erwähnenswert erscheinen die Quelle Stuparuša, mit deren Namen der Tertiärgeologe die Erinnerung an einen der von Brusina bekannt gemachten Fundorte von Neogenconchylien in der Gegend von Sinj verbindet, und das Quellchen ober Pavić, dessen Abwasser neben der Mučer Straße über eine mit Tuffkrusten überzogene Felsstufe stürzt.

Die Wasser führenden Runste in den Neogenschichten am Südhange der Nebesa ziehen sich zum Rinnsale der Gorucica hinab. Dieses Bachrinnsal läuft durch das Tälchen, welches zwischen der

Nebesa und der vor dem Nordfuße der Visoka befindlichen Terrasse liegt und unterhalb der Ortschaft Sinj in die Cetinaebene mündet. Im Fond des kurzen Tälchens erreicht man den Ursprung des Gorucicabaches. Man sieht ein von Blockwerk umgebenes Quellbecken, in welchem ein Aufsteigen des Wassers vom Grunde aus stattfindet. Die Wassermenge ist sehr großen Schwankungen unterworfen. In der nassen Jahreszeit zeigt sich das Becken überfüllt und ist der Wasseraufstieg deutlich wahrzunehmen. Zu Beginn des Sommers steht der Quellspiegel schon merklich tiefer, so daß viele vordem überflutete und nun mit vertrockneten Moosrasen überzogene Steine hervorragen. Der Wasserspiegel erscheint dann auch ganz ruhig. Nach lang andauernder Trockenzeit kann die Quelle ganz versiegen. Das Bachrinnsal setzt sich neben dem Quellbecken noch eine Strecke weit taleinwärts fort. Hier handelt es sich um einen nur nach Perioden starker Niederschläge benützten Abzugsweg mit verschiebbarer Austrittsstelle des Kluftwassers.

Der Ursprung der Gorucica liegt in mitteleocänen Breccien, welche auch den steilen Südhang des von ihr durchflossenen Tälchens aufbauen. Am Nordgehänge sieht man zunächst Schutt, dann neogene Mergel und deren Verwitterungslehme. Von dieser Seite her empfängt der Bach — wie schon erwähnt — mehrere schwache Zuflüsse, die sich in dem das undurchlässige Tertiär bedeckenden Schutte sammeln. An der Talmündung legen sich auch vor die Breccien am Südgehänge neogene Mergel. Aus dieser Gegend fließt der Gorucica der Zupica potok zu. Dieser führt jedoch nicht Oberflächenwasser, sondern Kluftwasser. Sein in diese Mergel eingeschnittenes Bachbett löst sich nicht in deren Bereiche in Zweige auf, sondern zieht sich bis zu jener Stelle hin, wo die Mergel an die Breccienkalke stoßen.

Als Einzugsgebiet der Gorucica kommen zunächst die Nordseite der Visoka, die Ostseite der Visosnica und der Rücken Grabovac in Betracht. Dieses Terrain besteht zum größten Teile aus eocänen Breccien. Im Bereiche der Visoka tritt unter ihnen streckenweise Alveolinenkalk, am Grabovac als ihr Untergrund Rudistenkalk zutage. Westwärts von dieser Region schneidet das Tal der Sutina tief ein. Die Sohle desselben liegt einige Dutzend Meter höher als der Ursprung der Gorucica, so daß hinsichtlich der Niveauverhältnisse kein Hindernis bestünde, daß von der Sutina Wasser gegen die Gorucica zu abströme und die Möglichkeit dieses Vorganges davon abhängt, ob keine undurchlässige Gesteinsbarre vorhanden ist. Die steilen Südabhänge der Sutinaschlucht bestehen zunächst aus Werfener Schiefern, sodann aus Triasdolomit, dann wieder aus Werfener Schiefern, hierauf eine Strecke weit aus Kalkgesteinen und weiter talabwärts aus neogenen Mergeln. Wenn die Sutina Wasserverluste gegen die Gorucica zu erleiden sollte, so müßte dies auf jener Strecke geschehen, wo die Südwand ihrer Talschlucht aus Kalk besteht. Sie kommt dort allerdings dem Ursprunge der Gorucica am nächsten. Die Entfernung beträgt in der Luftlinie etwa 2800 *m*. Ob die Sutina hier in der Tat Wasser verliert, läßt sich aus ihrem Anblicke deshalb nicht erkennen, weil sie gleich weiter abwärts in das Mergelgebiet eintritt, hier Oberflächenwässer aufnimmt und es nun schwer abzu-

schätzen wäre, ob ihre folgende Wasserführung diesem Zuwachse nicht entsprechend sei.

Die von mir an der Gorucicaquelle erhobenen Temperaturen waren:

15. April 1906 . . . . 11·96
14. Juni 1906 . . . . 12·50
14. Mai 1909 . . . . 11·60.

Der Gorucicabach verliert sich in den Sumpfwiesen östlich von Sinj ohne bis an das rechte Ufer der Cetina zu gelangen.

Südwärts von der Gorucica zieht sich längs der Westseite des Sinjsko polje eine alte Talterrasse hin, an deren Aufbau hauptsächlich Rudistenkalk, daneben auch eocäne Kalke und Breccien Anteil nehmen. Nur in einer Gegend, westlich von Košute, scheint ein räumlich wenig ausgedehntes Vorkommen mergeliger Schichten vorhanden zu sein. Den Abfall der Terrasse gegen das Polje besäumen neogene Schichten, die im Norden von quartärem Schutte, im Süden von quartären Sanden und im mittleren Teile des Gebietes von eigenem Verwitterungslehm bedeckt sind. Die hydrographischen Befunde an der Oberfläche sind so nicht sehr zahlreich. Auf einem sehr beschränkten Teile der Terrasse finden sich Quellbildungen, deren Abwasser durch eine den Terrassenrand durchschneidende Schlucht in die Cetinaebene abfließt. Von den auf der ganzen übrigen Terrasse einsinkenden Niederschlägen quillt ein nur sehr geringer Teil an einer Stelle, wo die Schutt- und Neogenvorlage niedrig bleibt, am Fuße des Terrassenabfalles hervor. Die weit überwiegende Menge dieser Niederschläge tritt nicht mehr zutage. Diese Wässer finden wohl zumeist tiefe Abflußwege gegen Süden; insoweit sie aber den Neogenwall auf der Ostseite der Terrasse überwinden können — und beim Fehlen eines allgemeinen Zusammenhanges der Kluftnetze ist diese Möglichkeit gegeben — gelangen sie unter dem diesen Wall bedeckenden Schutte zum Grundwasser der Cetinaebene. Das auf die Schuttvorlage der Terrasse fallende Regenwasser sinkt größtenteils bis auf die neogene Unterlage ein und tritt dann auch ohne wieder in Quellen an den Tag zu kommen, mit dem tiefen Grundwasser der Ebene in Verbindung.

Dem Nordabschnitte des Terrassenrandes liegt ein von Neogenmergeln umsäumter Hügel aus Rudistenkalk vor. Am Ostfuße dieses Hügels befindet sich der Bunar Mielačka, welcher Grundwasser der Cetinaebene enthält. Weiter südwärts, jenseits des Gehöftes von Talaja, überquert die Straße nach Trilj ein Rinnsal, welches sich durch das zur Rechten ausgebreitete Kulturland bis an den Fuß des westlichen Steilrandes des Poljes verfolgen läßt und dort zwischen von Gesträuch überwucherten Felsblöcken beginnt. Es ist dies die vorhin erwähnte Austrittsstelle von Kluftwasser, die einzige am Westrande des Sinjsko polje südlich von den Quellen des Zupica- und Gorucicabaches. Es handelt sich hier aber um ein nur bei sehr hohem Wasserstande benütztes Ausfallstor. An einem der ersten Maitage des Jahres 1909, als nach vorausgegangenem starkem Regen die Gorucica groß und schmutzig braun daherkam und auch die erwähnte, den

Terrassenrand querende Schlucht von einem Sturzbächlein durchrauscht war, blieb das Rinnsal bei Talaja noch trocken.

Unter mittleren Verhältnissen ist auch jene Schlucht und das von ihrer Mündung sich bis in die Niederung der Cetina fortsetzende Rinnsal, die Lučica, ganz ohne Wasser. Jene Schlucht erweitert sich nach oben hin zu einem Graben, der in eine in die Randzone der Terrasse eingetiefte Mulde übergeht. Die Bildung dieser Hohlformen erscheint durch Störungen bedingt, mit denen auch das Auftreten eocäner Schichten innerhalb des Kreidekalkes in Beziehung steht. Im Bereiche des (orographischen) Grabens sind zwei gegeneinander geneigte Schollen von oberem Nummulitenkalk erkennbar, doch so, daß das Rinnsal im Graben noch in den Westflügel der Synkline fällt. Die (orographische) Mulde könnte aber durch Senkungen bedingt sein, durch welche hier mergelige Eocänschichten erhalten blieben. An der Oberfläche ist von solchen Schichten allerdings nichts sichtbar; die Ausfüllung der Mulde besteht aus lehmigem Quartärsand, wie er bei Košute vor dem Terrassenrande abgelagert ist. Falls aber jene Mulde nur durch Auswaschung im Alveolinenkalke, welcher zu ihren beiden Seiten ansteht, erzeugt wäre, müßte man ihrer quartären Ausfüllung wasserhaltende Eigenschaften zuschreiben, um den Bestand der in ihr gelegenen Quellchen zu begründen. Es handelt sich hier allerdings auch nur um schwache Wasseraustritte. Bei meinem aufnahmsgeologischen Besuche der Gegend zu Ende März 1906 zeigte sich da, wo auf der Spezialkarte in der Mitte der Mulde eine Quelle angegeben ist, nachstehender Befund: In einem durch Mauerwerk hinten abgeschlossenen Wiesenboden eine langgestreckte Quellacke, die sich in ein mit Algen erfülltes Tümpelchen fortsetzt. Neben demselben unterhalb einer niedrigen Böschung ein tiefes und klares Quellbecken, das durch am Fuße der Böschung austretendes Wasser gespeist wird. Seitlich davon noch ein Becken mit klarem Wasser ohne sichtbarem Zu- und Abfluß. Aus dem Algentümpel entwickelt sich dann das Rinnsal, welches den schon beschriebenen Weg in die Cetinaebene nimmt.

Als ich dieselbe Gegend anläßlich der Aufsuchung tektonischer Relationen des starken Erdbebens vom 2. Juli 1898 gegen Ende Juli jenes Jahres durchstreifte, war an der besagten Oertlichkeit auch noch Wasser zu sehen, doch fehlen mir die nötigen Notizen und Erinnerungen, um einen Vergleich mit dem obigen Befunde anzustellen.

Die Quelle Pistetak der Spezialkarte, links von der Stelle, wo sich die Quellenmulde in den zur Schlucht hinableitenden Graben verengt, ist eine Lokva, unterhalb welcher in einer kleinen Wiesenmulde Wasser zutage tritt. Der Untergrund wird hier von Nummuliten- und Alveolinenkalk gebildet. Diese Quelle soll nach dem erwähnten heftigen Erdbeben eine Verminderung ihrer Wassermenge gezeigt haben, gleichwie der 1300 *m* südsüdwestlich von ihr gelegene Bunar Pistak bei Bučanj, von welchem erzählt wurde, daß er vor dem Beben gefüllt gewesen sei und nach demselben im Laufe weniger Tage den größten Teil seines Wassers verloren habe, wogegen umgekehrt von der Ostseite des Sinjsko Polje Berichte über ein nach dem Erdbeben eingetretenes reichliches Fließen der sonst im Juli schon schwachen

Quellen und über das Entstehen einer neuen Quelle bei Jabuka vorlagen.

Im Rinnsale der Lučica tritt wie in jenem der Korito draga der Fall ein, daß das Abwasser von Quellen des Talgrundes infolge von Uebertritt auf durchlässigen Boden wieder versitzt. Wenn die Schlucht der Lučica nach heftigen Regengüssen Wasser führt, so dürfte dieses aber nicht bloß aus der Quellenmulde, sondern zum Teil auch aus tieferen Klüften der Umgebung stammen. Die Lučica wäre dann neben dem Rinnsale bei Talaja, dem Zupica- und Gorucicabache ein vierter Abzugsweg von Kluftwasser auf der Westseite des Sinjsko polje. Sind die auf diesen Wegen austretenden Wassermengen auch ganz verschwindend klein gegenüber jenen, welche auf der Ostseite dieses Poljes hervorbrechen, so bieten diese Wasserwege auf der westlichen Poljenseite doch überhaupt schon durch ihr Vorhandensein ein Interesse. Sie bringen den hydrographischen Gegensatz zwischen dem Sinjsko polje und dem durch die Prologkette von ihm getrennten Livanjsko polje und Busko Blato zum Ausdrucke. Die letzteren beiden Karstwannen, welche eines oberflächlichen Abflusses entbehren, sind an ihren Südwestseiten von Ponoren begleitet. Der in die nördliche Fortsetzung des Busko Blato, das Bielo polje bei Podgradina von Westen her einmündende Ozren potok verdankt einer Einfaltung undurchlässiger Schichten in das Kalkgebirge seine Entstehung, ist aber kein Kluftwasserauslauf.

Im Sinjsko polje ist aber entsprechend dem Bestande eines oberflächlichen Abflußweges doch auch die Gesamttendenz der unterirdischen Wasserbewegung mehr nach der Verlaufsrichtung dieses Weges, das ist nach Süden hin gewendet. Nach der Grundschen Hypothese wäre eine gleichsinnige Abdachung des Karstwasserspiegels vom Sinjsko polje zum Golfe von Castelli wegen der Dolomitbarre von Dizmo auszuschließen und ein schwaches Ansteigen dieses Spiegels vom Westrande der Cetinaebene bis etwa unter den Rücken der Čemernica anzunehmen. Zwischen dem Livanjsko polje und dem Cetinatale würde dagegen nach Grunds Ansichten ein kontinuierliches Absinken des Karstwasserspiegels deshalb möglich sein, weil die im Innern der Viesca gora und Prolog planina durchstreichenden Dolomitsättel das orographische Streichen queren. Die Cetina bleibt im Sinjsko polje das ganze Jahr hindurch ein oberirdisches Gewässer, wenn auch ihr Wasserstand gegen Schluß der sommerlichen Trockenperiode sehr niedrig wird. Vom Spätherbst bis zum Frühling ist das Sinjsko polje zum großen Teil überschwemmt; der Spiegel des Grundwassers reicht dann fast bis gegen die erhöhten Ränder des Polje hinan. Die Cetina fließt hier durch Alluvialgebilde, die — soweit sie nicht aus Lehm bestehen — einen großen Grad von Durchlässigkeit besitzen. Die Unterlage dieser Schichten ist aber wahrscheinlich teilweise undurchlässiger Boden. Das Zutagetreten neogener Schichten ringsum an den Rändern des Sinjsko polje läßt erwarten, daß dieselben auch den Untergrund der Alluvialausfüllung der zentralen Poljenteile bilden. Diese Schichten sind zum Teil ziemlich undurchlässige Kalkmergel, zum Teil klüftige Süßwasserkalke, die das Wasser nur unvollkommen zurückhalten. Die Unterlage des Neogens im Sinjsko polje sind ver-

mutlich Triasschichten. Ein Teil derselben, die tonigen Werfener Schiefer, zählen zu den undurchlässigsten Gesteinen unseres Gebietes. Andere Bestandteile des triadischen Grundgebirges sind aber jedenfalls imstande, in Kluftsystemen Wasser aufzunehmen. Zudem dürfte der Untergrund des Neogens im Sinjsko polje stark gestört sein und viele Kontinuitätstrennungen aufweisen. Es wird daher auch unter dem Neogen im Sinjsko polje Grundwasser existieren, das mit den Wässern in den Kluftsystemen der Kalkberge, die das Polje umgeben, in Verbindung steht. Daß eine scharfe durchgreifende Trennung der beiden Grundwasserbehälter statthabe, ist wegen der erwähnten Beschaffenheit eines Teiles der Neogenschichten nicht vorauszusetzen.

Die Quellen in der Mulde von Gljev und in der oberen Korito Draga.

Das Tal der oberen Cetina wird beiderseits von Felsterrassen begleitet, die als stehengebliebene Zeugen eines früheren höheren Talbodens zu betrachten sind. Diese Terrassen setzen über Sättel und Muldenzonen hinweg; Härteunterschiede der Gesteine und spätere Scholleneinbrüche haben aber Unebenheiten der alten Talbodenreste hervorgebracht. Durch tektonische Vorgänge ist zum Beispiel auf der Ostseite der oberen Cetina die kleine Einsenkung von Zasiok, durch Auswaschung die flache Schale von Bitelić entstanden. Ostwärts von der Talenge von Han ist in der dort sehr breiten linksseitigen Talterrasse eine flache Vertiefung von sehr unregelmäßiger Form vorhanden. Sie wird von Kreidekalken umrahmt und von Konglomeraten und Mergelschiefern der Prominaschichten erfüllt und stellt sich als eine durch Schollensenkung und Auswaschung erzeugte seichte Hohlform dar. Ueber die Mergel und deren Verwitterungslehme breiten sich Schuttmassen, die aus den Gräben der im Osten aufsteigenden Vorhöhen des Prologgebirges stammen. Unter diesen Verhältnissen kommt es in der flachen Mulde vor Gljev zum Auftreten schwacher Quellen an solchen Orten, wo die in den lockeren Deckschichten über undurchlässigem Grunde sich ansammelnden Wässer die Bodenoberfläche erreichen. Diese Wasseraustritte sind auf verschiedene Stellen der Mulde verteilt, die in ihrem Umrisse einem Quadrate mit zipfelförmig ausgezogenen Ecken vergleichbar ist.

Im schmalen westlichen Muldenzipfel, welcher sich weit in das Rudistenkalkplateau oberhalb Han vorschiebt, ist ein schwaches Quellchen inmitten sumpfiger Wiesen anzutreffen. Ganz im Westen sieht man hier eocäne Mergel zwischen mittelsteil gegen S einfallenden Kreidekalken eingekeilt. Die Mergel und die zunächst an sie anstoßenden kalkigen Schichten weisen Anzeichen starker Quetschung auf. Am Eingange in die gegen SW gerichtete Aussackung, in deren Fortsetzung ein zum Sinjsko polje hinabführender Graben liegt, ist ein größerer Quelltümpel vorhanden. Diese Aussackung wird durch eine zwischen Rudisten- und Chamidenkalk eingesenkte, sich gegen NO öffnende Hemizentroklinale von eocänen Konglomeraten gebildet. Die Lage des Tümpels entspricht ungefähr der tiefsten Stelle der Gegend. Im nördlichen Muldenzipfel, welcher ganz mit Verwitterungsschichten

erfüllt ist, aber durch eine aus anstehenden, gegen S und SW verflächenden Mergelschiefern bestehende Bodenwelle vom zentralen Teile der Mulde getrennt ist, befindet sich die Quelle Studenac. Das Wasser tritt hier von den Seiten und von unten in einen roh ummauerten Brunnenschacht ein und rieselt zu Zeiten mittleren Wasserstandes über den Steinkranz der Schachtöffnung ab. Die Lokva vor dem auf der Ostseite der Mulde von Gljev vorspringenden Sporne von Rudistenkalk wird von einem Quellchen gespeist, das aus einer mit Steinplatten halb überdeckten kleinen Vertiefung kommt. Die nächste Umgebung ist auch hier Ackerland; nicht weit im Westen beginnt aber die früher genannte Entblößung von Mergelschiefern, und es ist nicht zu zweifeln, daß dieselben auch bei der Lokva in geringer Tiefe anstehen. Endlich ist noch ein temporärer Wasseraustritt zu erwähnen, welcher sich in der Südostecke der Mulde von Gljev findet. Das Wasser kommt hier neben dem Wege, der vor den Hütten von Jelendusa vorbeiführt, unterhalb eines Ackers hervor. In der Umgebung tritt an mehreren Stellen eocänes Kalkkonglomerat unter dem Schuttboden zutage.

Von hier streicht eine schmale Zone von Konglomeraten und Breccien weit in die westlichen Vorberge des Prologgebirges hinein. Sie zieht sich zunächst am Hange, welcher die Mulde von Gljev gegen Ost abschließt, empor, und folgt dann der Südseite des Hochtales zwischen dem Catrnski Humac und der Debela glavica, um schließlich im Talhintergrunde, unterhalb des steilen Felsgrates Presilo, auch auf die nördliche Talseite überzugreifen. Im Bereiche dieses Gesteinszuges verzeichnet die Spezialkarte zwei Quellen. Die eine liegt in einer gegen W offenen Felsnische linkerseits des engen Grabens, welcher vom vorgenannten Hochtale zur Mulde von Gljev hinabzieht. Man hat hier eine kleine in lehmigen Boden eingesenkte Quellacke vor sich. Es herrschen hier mehr die zu Verkarstung neigenden basalen Breccien der Prominaschichten vor. Das Schichtfallen in der Umgebung ist 50^{0} S vers W. Einen weit erfreulicheren Anblick bietet die andere Quelle, welche sich im Hintergrunde des Hochtales befindet. Diese Quelle, die Quelle Catrnja, tritt aus sehr steil aufgerichteten bis seiger stehenden NW—SO streichenden Konglomeratbänken aus. Oberhalb der durch Schichtflächen solcher Bänke gebildeten Felsmauer, welche südwärts hinter der Quelle vorbeizieht, ist eine schmale Einlagerung von dünnschieferigem Mergelkalke sichtbar, welcher zu einer schmutziggelben Lehmerde zerfällt. Unterhalb der Quelle sieht man an der Böschung des durch das Hochtal ziehenden Rinnsales gelben und blaugrauen plastischen Lehm entblößt, welcher auch das Verwitterungsprodukt von in der Nähe durchstreichenden Mergeln sein muß. Die Catrnjaquelle bringt so Wasser an den Tag, das sich in steil gestellten klüftigen Schichten an undurchlässigen Zwischenlagen derselben aufstaut. Am Quellorte sind ein roh ummauertes Becken mit klarem Wasser, das an einer Stelle über den Beckenrand abrieselt, und ein aus Stein gemeißelter Trog zu sehen. Die Wassertemperatur am Ausflusse betrug bei einer Messung kurz vor Mitte April 9·0^{0}, bei einer zweiten Messung kurz nach Mitte Juni 10·0^{0}. Das Wasser am Grunde des Beckens zeigte das erstemal an verschiedenen Stellen

eine wechselnde, zwischen 8·4° und 8·7° schwankende Wärme, war also um drei bis sechs Zehntel Grade kühler als am Ausflusse, das zweitemal war es am Grunde überall gleich warm und nur um zwei Zehntel Grade kühler als an der Oberfläche.

Am Südfuße der Bergkuppe Obišenjak, an deren Westseite das Hochtal mit der Quelle Catrnja seinen Abschluß findet, liegt das kleine Polje von Blaca. Es ist ein Ueberschiebungspolje mit steiler, aus Rudistenkalk gebildeter Nordwand und sanft abdachender westlicher und südlicher Wandung aus eocänen Kalken. Den Untergrund des mit Eluvien erfüllten Inneren bilden eocäne Mergel, die beiderseits an der Ueberschiebungslinie anstehen. Es kommt hier zur Entwicklung einiger kleiner, vorwiegend der oberirdischen Wasserabfuhr dienender Gerinne, welche in einer trichterförmigen Bodensenkung verschwinden.

Vom Blaca Polje gelangt man südwärts über einen schmalen Felsriegel in die Korito Draga. Diese ist ein langgestrecktes Bachbett, welches südwärts von der Kamešnica auf der Westseite der Wasser scheidenden Höhen zwischen dem Busko Blato und dem Sinjsko polje seinen Ursprung nimmt und in das letztere Polje mündet. Die Korito Draga gliedert sich in drei morphologisch von einander abweichende Teilstücke, welche ihrem Durchtritte durch drei verschiedene Gesteinszonen entsprechen. Quer über die genannte Wasserscheide streicht ein Zug von Prominaschichten, welcher — gleichwie jener im Hochtale oberhalb Gliev — eine steile Einfaltung in Kreidekalken darstellt. Innerhalb dieses Gesteinszuges entwickelt sich die vorgenannte Draga aus mehreren, unter sehr spitzem Winkel zusammenlaufenden Aesten. Südwärts vom Blaca polje verläuft die Korito Draga vorzugsweise in cenomanem Dolomit und erscheint hier als ein schmales Tal mit steilen Hängen. Unterhalb der Hütten von Dolnje Korito tritt sie in eine breite Zone von Chamidenkalken ein. Hier verliert sie beim Verlassen der Vorhöhen des Prolog den Charakter eines Tales und wird bei ihrem Laufe quer durch die alte Talterrasse im Osten des Sinjsko polje zu einer engen, beiderseits von steilen Felsböschungen eingerahmten, schutterfüllten Rinne. Ihr Endstück quert die Neogenvorlagen dieser Terrasse; bei ihrer Mündung in die Cetinaebene streut sie einen großen flachen Muhrkegel aus.

In jener Gegend, wo die Korito Draga dem Blaca Polje am nächsten kommt, entspringt an ihrem Nordabhange eine Quelle. Der untere Teil des Abhanges besteht dort aus Kreidedolomit, dann folgt ein sanfter geneigter Geländestreifen und über diesem baut sich eine Felswand von Rudistenkalk empor. Auf dem mit abgestürzten Blöcken dieses Kalkes bestreuten Bodenstreifen zu ihren Füßen bemerkt man zwischen dem Schutte gelblichen und grünlichgrauen plastischen Lehm, vereinzelte Entblößungen von schiefrigem Knollenmergel sowie Trümmer von eocänen Kalken und Konglomeraten. Das Einfallen des Mergels und des ihm aufgeschobenen Kreidekalkes ist ein steil gegen N gerichtetes. Auf diesem schuttbestreuten Mergelboden entspringt die Quelle. Man sieht ein mit Sumpfgräsern bewachsenes, teilweise von einem Steinwalle umgebenes Tümpelchen und oberhalb desselben unter einem großen würfelförmigen Kalkblocke ein kleines, von klarem Wasser erfülltes Becken. Es liegt hier einer der wenigen Fälle vor,

in welchen die Aufschiebung von Rudistenkalk auf eocäne Mergel zur Bildung einer Ueberfallquelle führt. Aber gerade hier handelt es sich um einen ganz atypischen Fall von Berührung der genannten beiden Gesteine. Es ist hier nur in einer von Querstörungen durchsetzten Schuppenregion ein kleiner Fetzen von Knollenmergel zwischen Rudistenkalk und oberen Kreidedolomit eingeklemmt, aber nicht der Mergelhorizont einer eocänen Schichtfolge von jenem Kalke überschoben.

Nicht weit talaufwärts von der eben beschriebenen Quelle findet der Zug von Prominaschichten, in welchen die Wurzeln der Korito Draga eingeschnitten sind, sein westliches Ende. Dieser Zug fällt schon fast ganz außerhalb des Spalatiner Kartenblattes; der Vorgang, solche Täler, von denen ein namhaftes Stück noch in das genannte Blatt zu liegen kommt, in ihrer Gänze zu besprechen, soll hier aber um so eher beobachtet werden, als das Wurzelstück der Korito Draga mehrere Qellen enthält, die sowohl wegen ihrer Bauart, als auch wegen ihrer hohen Lage sehr bemerkenswert erscheinen. Bei den Gornje Korito stani entspringt am nördlichen Talhange ein schöner Quell. Das Wasser tritt am Fuße einer Böschung, die aus den Schichtköpfen 30—35° gegen NNO einfallender Konglomeratbänke besteht, aus Trümmerwerk hervor und rauscht als kleines, von Buschwerk besäumtes Bächlein durch eine saftige Wiese zum Koritobache hinab. Neben der Quelle stehen zwei moosumsponnene Brunnentröge aus ausgehöhlten Eichenstämmen. Man fühlt sich beim Anblicke dieser Quelle in die Kalkalpen versetzt, aber nur für einen Augenblick, da die weitere Umgebung gleich daran erinnert, daß man sich in einem dalmatinischen Gebirgstale befindet. Nahe unterhalb der felsigen Böschung, an deren Fuß der Quell entspringt, bemerkt man an ein paar benachbarten Stellen blaugrauen Lehm und an einer Stelle Bröckeln eines ebenso gefärbten Mergels. Es scheinen also auch hier, wie bei der Quelle Catrnja, den Kalkkonglomeraten dünne Mergellagen eingeschaltet zu sein, welche bei der Quellbildung die Hauptrolle spielen dürften. Die Konglomerate an sich wären auch im Falle einer örtlich verminderten Klüftigkeit zur Erzeugung einer lange durchhaltenden Ueberfallquelle kaum befähigt. Daß diese dünnen Mergellagen — gleichwie im Hochtale der Catrnja — an der Oberfläche kaum bemerkbar sind, ist bei der starken Schuttentwicklung der konglomeratischen Schichten nicht verwunderlich. Die Temperatur der eben beschriebenen Quelle war bei einer Junimessung 10·9.

Gleich weiter ostwärts sind die Prominaschichten lithologisch mannigfaltig ausgebildet. Talaufwärts von den Gornje Korito stani zeigt sich folgendes Profil:

Dicke Bank von grobem Kalkkonglomerat.
Grünlichgrauer, feinklüftiger Mergel.
Konglomeratbank.
Bläulichgrauer, zu Lehm verwitternder Mergel.
Lichtgrauer, unvollkommen muschlig brechender Plattenmergel.
Gelblichgrauer, scharfkantig zerklüftender sandiger Kalk.
Weißlicher, muschlig brechender Mergelkalk.
Konglomeratbank.

Es ist dies eine Mannigfaltigkeit der Ausbildung, die an jene im klassischen Gebiete der Prominaschichten erinnert. Die Schichtmasse, in welche die Wurzeln der Korito Draga einschneiden, ist in mehrere kleine Falten gelegt. Dies ergibt in Verbindung mit ihrem Aufbaue aus abwechselnd durchlässigen und undurchlässigen Lagen günstige Bedingungen für die Bildung kleiner Quellen und für einen obertägigen Lauf ihrer Abwässer. Der Hauptabzugsgraben der hier vor einem Versinken in größere Tiefen bewahrt bleibenden Niederschläge geht aus der Vereinigung von vier Wurzelgräben hervor. Im nördlichen befindet sich ein Quellbrünnlein mit zwei Holztrögen. Das Wasser fließt hier vor seinem Austritte eine Strecke weit ganz oberflächlich unter Blöcken. Es zeigte bei einer Messung bald nach Mitte Juni bei den Holztrögen 8·5°, an seiner obersten Ursprungsstelle 8·3°.

Von den die vier Wurzelgräben trennenden kleinen Rücken sind die beiden äußeren sekundäre Schichtaufwölbungen, der weiter zurückliegende innere Rücken entspricht einer Schichtmulde. An seinem schmalen westlichen Ende sieht man mehrere scharf eingeknickte dicke Konglomeratbänke mit Zwischenlagen von Knollenkalk den Muldenkern formen. Die Unterlage desselben ist feinklüftiger Flyschmergel, welcher auch den Boden des Antiklinalaufbruches bildet, der dem südlich benachbarten Graben entspricht.

Vor dem Westabfalle des kleinen Synklinalrückens breitet sich ein flacher Trümmerkegel aus, dessen Material den Konglomeratbänken entstammt. Am Fuße dieses Kegels tritt an mehreren Stellen Quellwasser zutage. Das am meisten gegen Nord zu gelegene Quellchen zeigte bei meinem Besuche eine Temperatur von 7·3°, zwei mehr in der Mitte des Kegelrandes austretende Wässer 7·8° und 8·3°. Diese Temperaturdifferenzen zeigen, daß hier das Wasser nach dem Austritte aus dem Gestein noch genug lange unter dem lockeren Schutte fließt, um bei Tage und im Sommer eine merkliche Wärmesteigerung zu erfahren. Die Quelle kann so als Beispiel der Verbindung einer Schichtmuldenquelle mit einer Schuttgrundquelle gelten. Auf der Fläche des synklinalen Rückens oberhalb der Quelle breitet sich eine seichte, nach hinten geschlossene Wiesenmulde aus, welche ein gut umgrenzbares Sammelgebiet darstellt. Im südlich benachbarten Graben zeigte das oberflächliche Sickerwasser aus dem Schutte auf dem Flyschboden 10·7°. Es sei bemerkt, daß sich auch die hier gegebene Beschreibung der Quellen von Gliev und Korito auf mittlere Wasserstandsverhältnisse bezieht, wie sie in der für geologische Aufnahmen in Dalmatien am meisten geeigneten und meist benützten Jahreszeit, im Frühlinge und Frühsommer angetroffen werden.

Das Rinnsal in der Korito Draga, der Korito Potok, ist nur in seinem von Blöcken erfüllten Anfangsstücke innerhalb der Konglomeratzone in regenreichen Monaten von einem Bache durchrauscht, in seinem Mittel- und Unterlaufe liegt es meistens trocken. Man kann aber wohl annehmen, daß das Wasser der Koritoquellen nach dem Einsinken in die Kreidekalke vorwiegend Bahnen einschlägt, welche unter dem Trockenbette der Korito draga verlaufen.

Die Temperaturmessungen der Quellen des Korito potok und der Quelle Catrnja boten mir in Verbindung mit den Messungen der

Quellen am Rande der Ebene zwischen Gala und Otok das Zahlenmaterial, um für den Prolog eine vorläufige Gleichung der Abnahme der Bodentemperatur mit der Höhe für eine mittlere Exposition aufzustellen. (Meteorolog. Zeitschr. 1906.)

Die Quellen am Ostrande des Sinjsko polje.

Längs der Ostseite des Sinjsko polje zieht sich die Terrasse, welche das obere Cetinatal linkerseits begleitet, gegen Süden weiter. Sie quert hiebei den Zug steil aufgerichteter altmesozoischer Schichten, welcher die östliche Fortsetzung des Mucer Aufbruches bildet. Auch auf dieser Strecke ist die Niveaufläche des alten Talbodens durch spätere Schollensenkungen und Auswaschungen stellenweise unterbrochen worden. Vorzugsweise durch Erosion mag wohl der untere Teil der Korito Draga entstanden sein, wogegen der Graben, welcher von der Mulde von Gliev zum Sinjsko polje hinabzieht, einer Verwerfung folgt. Als eine Hohlform, erzeugt durch Auswaschung weicher, infolge von Einbrüchen in tiefere Lage gelangter Schichten stellt sich der große Felskessel von Ruda dar. Auch die Gräben von Grab und Jabuka erscheinen als Ergebnisse eines Zusammenwirkens tektonischer und atmosphärischer Kräfte. Von Han bis in die Gegend von Otok wird der Terrassenabfall von Neogenschichten besäumt. Weiter südwärts treten die Kreide- und Jurakalke bis an den Rand der Ebene heran. Der Talkessel von Ruda ist mit eocänen Mergelschiefern erfüllt.

Unter den Quellen auf der Ostseite der Sinjaner Ebene spielen Austritte von Kluftwasser die Hauptrolle. Dem Talkessel von Ruda und dem kleineren Kessel von Grab entströmen die Abwässer mächtiger Karstquellen; das aus ihrer Vereinigung hervorgehende Gewässer ist der stärkste aller linksseitigen Zuflüsse der Cetina. Im Bereiche der Neogenschichten auf der Ostseite des Sinjsko polje finden sich keine bemerkenswerten Quellbildungen; dagegen bedingt die Aufquetschung von Werfener Schiefern in der Störungszone zwischen Jabuka und Cacvina das Auftreten einiger Quellen. In der Randzone der Ebene sind auch Grundwasseraustritte vorhanden. Zwischen Gala und Otok verzeichnet die Spezialkarte vier Quellen. Zwei derselben sind am Fuße des zwischen den genannten Orten in die Ebene vortretenden Geländespornes gelegen. Gleich neben dem Kirchlein Svi Sveti tritt das Wasser in einer Breite von fünf Metern am Fuße einer niedrigen Böschung aus Schotter aus. Die zweite, etwas weiter südwärts gelegene Quelle ist in einen roh ummauerten Steinkasten gefaßt; die dritte befindet sich am Fuße des Gehänges unterhalb der Hütten von Zivinić; auch sie ist, gleich der vorigen, dicht neben der nach Otok führenden Straße gelegen und ummauert. Die vierte Quelle entspringt in den Wiesen auf der Nordseite der weit in die Cetinaebene vortretenden flachen Bodenwelle von Otok. Die ersten drei Quellen zeigten bei einer Messung um die Frühlingsmitte (16. April) die Temperaturen: 10·22, 10·74 und 11·06°. Um Mitte Juni desselben Jahres waren ihre Temperaturen; 12·24, 12·10 und 12·12.

Ueberschreitet man die Bodenwelle von Otok und die hinter ihr gelegene Mündung der Korito draga, so kommt man zum Nordende

des Hügelrückens von Udovičić, welcher der alten Talterrasse vorliegt und im Hinblick auf seinen geologischen Bau als ein abgetrenntes und stark abgetragenes Stück derselben erscheint. Die Talfurche zwischen diesem Rücken und der Terrasse wird durch einen aus dieser letzteren vortretenden Felssporn in einen kleineren nördlichen und größeren südlichen Teil zerlegt. Der letztere öffnet sich in das vom Ruda potok vor seinem Austritte in die Ebene durchströmte Tal und wird von einem Quellbache durchflossen, der gegenüber dem genannten Sporne in einer trümmererfüllten Nische am Ostfuße des Rückens von Udovičić entspringt. Diese Quelle ist durch ihre Lage und die daraus zu folgernde Strukturform höchst bemerkenswert. Ihr Wasserreichtum — sie treibt eine Mühle — schließt es aus, als ihr Sammelgebiet nur den hinter ihr aufsteigenden Rücken zu betrachten. Sie kann aber auch kein Grundwasser der Cetina zutage bringen, da ihr Austrittsort um 10—15 *m* höher liegt als der Spiegel dieses Flusses und auf der ihm zugewandten Seite des genannten Rückens schwer durchlässiges Gestein ansteht. Man sieht sich so zur Annahme gedrängt, das Nährgebiet der besagten Quelle teilweise in dem östlich von der Furche des Ovarlj potok gelegenen Terrassenlande zu suchen. Die geologischen Verhältnisse sind einer solchen Annahme günstig. Der First und Osthang des nördlichen Abschnittes des Rückens von Udovičić bestehen aus Chamidenkalk. Am Westhange des Rückens steht Dolomit der tieferen Kreide an, nur gegenüber der Ovarljquelle reicht hier der Chamidenkalk am Hange weit hinab. Den Fuß desselben besäumen schuttbedeckte kalkige Kongerienschichten. Solche Schichten lehnen sich im Norden auch an den Ostfuß des Rückens, während in der Umgebung der Ovarljquelle und weiter südwärts dünnbankige, mit Konglomeratlagen wechselnde harte Kalke jungtertiären Alters die Ostseite des Rückens von Udovičić bedecken. Der wiederholt genannte Felssporn östlich gegenüber der Quelle und die nördlichen Nachbarhänge bauen sich gleichfalls aus Kongerienschichten auf, wogegen die südwärts sich anschließenden Hänge aus eocänen Mergelschiefern bestehen. Die Randzone der Talterrasse setzt sich aus eocänen Kalkbreccien zusammen; das ganze weiter ostwärts folgende Terrassenland wird von Chamidenkalk gebildet.

Die kalkigen Kongerienschichten auf der Ostflanke des Sinjsko polje sind zwar von jenen auf der westlichen und südlichen Poljenseite durch den Mangel an Ravinenbildung und das Fehlen von Quellen unterschieden, sie wirken aber gegenüber den klüftigen Kreidekalken doch wasserstauend. Es werden darum Wässer, welche in der alten Talterrasse östlich vom Ovarlj potok hinter der Neogenvorlage des Terrassenrandes niedersinken, nun — da ihrem Austritt in das Sinjsko polje die Dolomite auf der Westseite des Rückens von Udovičić ein Hindernis sind, am Ostfuße dieses Rückens hervorbrechen. Vielleicht entstammen die Quellwässer des Ovarlj potok zum Teil jener Wasserader, die vermutlich unter dem trockenen Bette der Korito Draga nach Westen fließt. Ueber die Temperatur der Quelle des Ovarlj potok liegen mir drei Messungen vor. Am 11. April (1906) zeigte die Quelle an fünf Stellen: Nordrand, Mitte und Südrand der Hauptquelle, kleiner Auslauf rechts davon und größerer Auslauf

rechts vom vorigen, die auffallend niedrige Temperatur von 7·20°. Es war dies an demselben Tage, als die hoch oben im Gebirge liegende Catrnjaquelle 8·40° aufwies. Fünf Tage später maß ich an der Hauptquelle 7·92°, während mehrere seitliche Ausflüsse 8·22 bis 8·70 zeigten und die verschiedenen Ausläufe des Kozinac am selben Tage Temperaturen von 9·76° und 9·78° hatten. Sowohl die Niedrigkeit der Temperatur als auch die Raschheit ihrer Aenderung in kurzer Zeit waren sehr auffällig. Am 22. Juni desselben Jahres wiesen die verschiedenen Teile der Hauptquelle und die rechtsseitigen Nebenquellen des Ovarlj potok übereinstimmend eine Temperatur von 13·24° auf. Die Quelle in der Talsohle neben der Mühle zeigte 12·44, die Quellchen gegenüber der Mühle am Fuße des nordöstlichen Talhanges hatten 12·32 und 12·40°. Der Ursprung des Ovarlj potok dürfte großen Schwankungen der Wassermenge unterliegen; leider ist mir darüber nichts bekannt geworden.

Der Ovarljbach mündet in den Rudabach genau an jener Stelle, wo dieser seine anfängliche O—W-Richtung mit der N—S-Richtung vertauscht. Die Talrinne, aus welcher der Rudabach mit gegen West gerichtetem Verlaufe kommt, führt zu einem tief drinnen im Gebirge liegenden weiten Kessel, dessen Ränder rings durch schroffe Kalkfelsen gebildet sind, von deren Fuß sich minder steile Mergelhänge bis zum Kesselgrunde hinabsenken. Kurz bevor sich dieser Kessel zu dem in das Sinjsko Polje führenden Tale einengt, geht der Ruda potok aus der Vereinigung zweier Quelladern hervor. Die kleinere derselben bricht als schäumender Wildbach dicht am Fuße der Nordwand des Kessels aus, und zwar an einer Stelle, wo der Mergelhang durchbrochen ist und schroffe Kalkfelsen und Schutthalden bis zum Kesselgrunde hinabreichen. Es lassen sich dort Verwerfungen nachweisen und offenbar bot eine mit diesen im Zusammenhange stehende stärkere Zertrümmerung des Gebirges den Anlaß für das Hervorbrechen der Wässer an jener Stelle, das dann weiter zur Zerstörung des Mergelvorbaues führte, der im Bereiche jener Bruchregion vermutlich auch Gefügelockerungen aufwies, die seine Widerstandskraft schwächten. Oberhalb der Quelle ragen Schrofen auf, die aus steil zu Tal abfallendem tieferem Kreidekalk bestehen. Oestlich von der Quelle erhebt sich eine Felsmasse aus gegen den Berg zu fallendem jüngerem Kreidekalke. Zwischen beiden sind eocäne Mergel eingequetscht und ebensolche Mergel lagern dem jüngeren Kalkklotze auch seitlich an. Diese Befunde lassen das Vorhandensein einer Längs- und Querstörung in der Gegend der nördlichen Rudaquelle klar erkennen. Das Wasser tritt hier in drei nur unvollkommen voneinander getrennten kräftigen Adern aus Blockwerk aus. Im Frühsommer lag die Austrittsstelle nur ungefähr 0·3 *m* unterhalb der obersten, den Hochstand anzeigenden Moosrasen, was auf eine nur mäßige jährliche Niveauverschiebung schließen läßt.

Die große Quellader des Ruda potok kommt aus einer engen Schlucht, welche in die Ostwand des Felskessels eingeschnitten ist. Folgt man diesem Bache bis ins Innere der düsteren Schlucht, deren Grund er schaumbedeckt durchtost, so fühlt man sich bald durch den Anblick eines überaus interessanten seltenen Naturschauspieles völlig

überrascht und festgebannt. Man gewahrt inmitten eines von steilen Felsen und Halden umschlossenen Trichters einen tiefen Quellteich, dessen dunkelgrüne Flut in heftiger Wallung begriffen ist. In rascher Folge wölbt sich bald da, bald dort der Wasserspiegel vor, rasch wieder sich abflachend und große Wellenkreise ziehend. Der Anblick gleicht ganz dem des Kochens und zum Bilde einer heißen Sprudelquelle fehlen nur die von der Wasserfläche aufsteigenden Dämpfe. Die Schnelligkeit, mit welcher neue Wallungen einander folgen, bevor sich noch der Wasserspiegel an den Stellen der früheren geglättet hat, und die hiedurch bedingte stetige Interferenz mehrerer Wellenringsysteme erschwert es ungemein, die Periode der Erscheinung analytisch festzustellen. Die Wallungen sind von verschiedener Stärke, bald sieht man nur von einer zuvor glatten Stelle plötzlich Wellenkreise ausgehen, bald kommt es bis zu einer kuchenförmigen, mit Schaumbildung verbundenen Aufblähung des Quellspiegels. Die Menge der hier unter leichten Pulsationen stetig aus der Tiefe empordringenden Wasserfluten ist enorm. Man ermißt dies aus der Wucht, mit der das Wasser aus dem Quellteiche als breiter, reißender Bach hervorschießt. Gegen Ende langanhaltender Dürreperioden mag allerdings auch die östliche Rudaquelle einen minder imposanten Anblick darbieten. Im Frühsommer zeigte sich noch keinerlei Abnahme der Wasserfülle gegenüber dem Frühlinge. Alles Wasser kommt hier aus der Tiefe, ein seitliches Einströmen ist nicht zu bemerken. Die Randpartien des Quellspiegels scheinen ruhig, solange nicht Wellenkreise bis zu ihnen dringen.

Gleich außerhalb des brodelnden Quellteiches ergießt sich in sein tosendes Abwasser ein starker Bach, der aus moosumsponnenem Blockwerk an der Südwand der Felsschlucht wildschäumend hervorbricht. Das glitzernde Weiß dieser Schaumkaskade steht in wirkungsvollstem Gegensatze zu dem dunklen Grün des Wasserspiegels in dem Felstrichter daneben. Die mittlere Ursprungshöhe dieses Seitenbaches über dem Niveau des Quellteiches mag ungefähr 12 *m* sein. Da in letzterem das Wasser aus der Tiefe empordringt, hat man es hier mit einer Kluftwasserströmung von großer vertikaler Gesamtmächtigkeit zu tun. Daß es sich um eine einheitliche, wenn auch in räumlich mehr oder weniger getrennten Felskanälen sattfindende Strömung handelt, erhellt auch daraus, daß die beiden Quellen in thermischer Beziehung übereinstimmen. Zwei im Frühling und Sommer vorgenommene Messungen ergaben für den Quellteich und für die Kaskadenquelle genau dieselben Temperaturen. Es begreift sich, daß zur Bildung eines so mächtigen Wasserstromes, wie er im Rudakessel austritt, die Niederschläge, welche auf die Berge der Umgebung fallen, nicht ausreichen können. Man hat es hier wohl mit den Wassermassen zu tun, welche von den zahlreichen Ponoren auf der Westseite des Busko Blato verschluckt werden. (Ponor Proždrikosa, Sinjski Ponor, die Ponore der Ričina und Ponor stara mlinica.) Das zwischen dem Sinjsko polje und Busko Blato gelegene Gebiet ist tektonisch zwar noch nicht erforscht, doch hat es viel Wahrscheinlichkeit für sich, daß hier vorwiegend westliches und westnordwestliches Schichtstreichen herrscht, welches einen Abfluß der in dem um 400 *m* höheren Busko

Blato versinkenden Wässer gegen das Sinjsko polje zu begünstigen würde. Die Bezeichnung Sinjski Ponor soll wohl auch den Bestand solcher Abflußverhältnisse ausdrücken. Die Kaskadenquelle scheint eine mit erheblicher Niveauverschiebung verbundene größere Stärkeschwankung aufzuweisen. Ihre Austrittsstelle lag im Juni 2 *m* unterhalb der obersten, damals vergilbten Moospolster in der Trümmerhalde und die Wasserfülle war etwas weniger groß als im April.

Daß die große Rudaquelle den Ausbruchsort eines echten Höhlenflusses darstellt, kann man auch aus ihrem thermischen Verhalten schließen. Sie wies eine große Temperaturänderung vom Frühling bis zum Frühsommer auf und zeigte in letzterem eine noch höhere Wärme als — allerdings in einem anderen Jahre — die Quelle des Veli Rumin, welche, wie früher erörtert wurde, wegen ihrer hohen Frühsommerwärme als Austritt eines Höhlenflusses anzusehen ist. Um die Mitte der zweiten Aprilhälfte zeigten der Quelltopf und die Kaskadenquelle des Ruda potok 10·20^{0}, bald nach Mitte Juni zeigten beide 13·82^{0}. Bei der westlichen Rudaquelle waren die entsprechenden Werte 10·00 und 13·34. Sie verhielt sich somit in thermischer Hinsicht der östlichen Quelle ähnlich.

An der Nordwand der Felsschlucht, in deren Fond der Quellteich liegt, erblickt man die Oeffnungen zweier Höhlengänge, von denen sich Rinnsale, die mit von Schlamm überzogenem Trümmerwerk erfüllt sind, bis zum Schluchtgrunde hinabziehen. Die eine Oeffnung ist von nur geringen Dimensionen, liegt etwa 20 *m* oberhalb des Quellteiches und sendet ihre Ausflußrinne zum rückseitigen Teichrande hinab. Die andere Oeffnung ist ein großes Felstor, dessen Boden etwa 10 *m* über der Schluchtsohle liegt und sich in ein von großen Blöcken ausgefülltes Bachbett fortsetzt, das eine kurze Strecke stromabwärts von der Kaskadenquelle am rechten Ufer des Ruda potok mündet. Man hat es da mit den Ausführungsgängen einstiger, jetzt meist außer Gebrauch gesetzter unterirdischer Wasserwege zu tun. Sie scheinen darauf hinzudeuten, daß hier eine kleine Südwärtsverlegung des mächtigen Kluftwasserstromes stattgefunden hat. Auch bei dem östlichen Ruda potok zeigt der Ursprungsort eine direkte Abhängigkeit von den tektonischen Verhältnissen. Die enge Schlucht, in deren Fond der Quellteich liegt, entspricht einer Verwerfungsspalte. An der Südwand der Felsschlucht fallen die Kalkbänke sehr steil gegen N, also gegen die Schlucht zu ab, an der Nordwand fallen sie minder steil in derselben Richtung, also von der Schlucht weg, was sich in einer Treppenform des nördlichen Abhanges kundgibt.

An der Mündung des Ovarlj potok wendet sich der Ruda potok in scharfem Bogen gegen Süd und behält dann — abgesehen von seitlichen Ausbiegungen — diese Richtung, oder genauer SSW, bis zur Einmündung in die Cetina bei. Er hält sich hierbei meist ganz nahe dem Ostrande der Sinjaner Ebene. Halbwegs zwischen seinem Knie und seiner Vereinigung mit der Cetina nimmt er rechts den ihn an Wasserfülle nicht erreichenden Grab potok auf. Folgt man diesem letzteren in südöstlicher Richtung, so kommt man bald in ein anmutiges Tal, an dessen Eingang rechts das Dörfchen Grab von grünem Anger freundlich herabwinkt, wogegen im Talgrunde mehrere von

hohen Pappeln dicht umstandene Mühlen mit rauschenden Wasserwehren und eine Anzahl malerischer Steinbogenbrücken den Blick des Wanderers fesseln. Dringt man bis hinter das von Schaum und Gischt umwirbelte Gemäuer der innersten dieser Mühlen ein, so sieht man sich am Zugange zu einem von jäh aufstrebenden Felsen und steilen Halden eng umschlossenen Kessel, dessen Grund die Ursprünge des Mühlbaches birgt. Gleich hinter dem Gemäuer bricht links am Fuße eines steilen Blockwerkes ein prächtiger fünfteiliger Quell hervor. Dann tritt inmitten des von Tamariskenbüschen überwucherten, geröllbedeckten Kesselbodens in einem Halbkreis Quellwasser zutage, das allseits zusammenströmend, einen kleinen Bach erzeugt. Endlich steigt rechts dicht am Fuße der fast senkrechten Südwand des Kessels aus zwei Löchern in der Tiefe eines trümmererfüllten kleinen Beckens Wasser auf, das durch ein roh ummauertes Gerinne abströmt, den dritten der Quellbäche des Grab potok bildend. Dieser in verstecktem Winkel unter hohem, von Blumen überranktem Fels gelegene tiefblaugrüne Quell ist einer der schönsten des Gebietes.

Die fünf Adern der ersten Quelle sind durch kleine Felsvorsprünge wohl nur äußerlich getrennt und gehören einem einzigen Auslaufe von Kluftwasser an, da sie genau dieselben Temperaturen zeigten. Die mittlere Quellader und die westlich ihr benachbarte übertreffen die anderen an Stärke. Die im Geröll am Kesselboden aufgehende Quelle bildet zu Zeiten eines ungefähr mittleren Wasserstandes einen im Beginne 5—6 *m* breiten seichten Bach. Das Wasser strömt entlang der ganzen, einen Halbkreis bildenden, rückseitigen Begrenzungslinie dieses Baches aus, doch lassen sich eine mittlere und zwei seitliche stärkere Ausströmungen unterscheiden, von welch' letzteren die rechtsseitige mehr nach außen zu gelegen ist. Die Temperatur dieser drei Quelläste war genau dieselbe. Der Quelltopf unter den Felswänden ist etwa 5 *m* lang, 3 *m* breit; das Wasser stand im Frühling nur etwa $^{1}/_{2}$ *m* über dem Boden, die in denselben eingesenkten beiden Löcher erstrecken sich aber noch mehrere Meter tief hinab. Nach der Moosgrenze an den Felswänden zu schließen, scheint hier der Hochstandsspiegel etwa 2 *m* über dem mittleren zu liegen. Diese dritte Quelle war bei einer um die Zeit des Tiefstandes der Quellentemperatur erfolgten Messung um einen ganzen Grad wärmer als die aus dem Geröll am Kesselgrunde und die aus dem Blockwerk bei der Mühle kommenden Wässer. Sie wies bei einer gegen Ende April vorgenommenen Messung 11·84° auf, während die Quelle hinter der Mühle und die Quelle im Geröllboden des Felskessels 10·86° zeigten. Vermutlich würde eine im Herbste vorgenommene Messung der Quellwärme ein umgekehrtes Temperaturverhältnis zeigen und zur Erkenntnis führen, daß jener mehr aus der Tiefe kommende Quell einer viel geringeren Wärmeschwankung unterliegt als seine oberflächlicher entspringenden Nachbarquellen.

Als durchschnittliche Abflußmenge des vereinigten Ruda- und Grab potok bei Niederwasser findet sich im Wasserkraftkataster des hydrographischen Zentralbüros 3500 Sekundenliter und als voraussichtliches absolutes Minimum der Wassermenge dieses Quellbaches 2500 Sekundenliter angegeben.

Im Anschlusse an die Beschreibung der Ursprünge des Grab potok sei einer Quelle kurz gedacht, die außerhalb der inneren Mühlen am rechten Bachufer aufgeht, sowie noch eine Quelle angeführt, die nordwärts vom Grab potok am Fuße des Gehänges bei Vrabac am Rande der Ebene aufgeht. Bei dieser letzteren Quelle mündet ein trümmererfülltes Bachbett, das großenteils wohl trocken liegt, nach stärkeren Regengüssen aber von einem Bache durchschäumt wird.

Von den Aufquetschungen unterer Werfener Schiefer längs der Störungslinie auf der Ostseite des Ruda potok stellen jene bei der Burgruine Cačvina und bei den Klippen nördlich von der Kota glavica räumlich beschränkte Gesteinsfetzen dar. Nur auf der Südflanke des Tälchens hinter Jabuka tritt eine größere Schieferlinse an den Tag. Hier kommt es zur Entwicklung schwacher Sickerwässer in den Deckschichten des undurchlässigen Grundes. Man trifft hier zunächst am Abhange gegenüber dem Dörfchen Jabuka oberhalb der Mergelkalke auf Schieferboden ein ummauertes Quellchen, dann ein natürliches Becken mit klarem, schwach abrieselndem Wasser, daneben zwei Tümpelchen mit unreinem Wasser. Weiterhin kommt man zu einem Bunar und dann zu einer mit vielen Wasserpflanzen erfüllten, von Gestrüpp und (vom benachbarten Gelände stammenden) Kalkblöcken umgebenen Quellacke. Nahe derselben ist unter Gebüschen noch ein kleines Becken mit klarem Wasser und eine algenerfüllte Quellacke zu sehen, endlich findet man noch etwas weiter im Osten unter einem Baume ein kleines Becken mit reinem, wohlschmeckendem Wasser.

Die Quellen des mittleren Cetinatales.

Nach ihrem Laufe durch das Sinjsko polje durchbricht die Cetina das Kreidekalkgebiet, welches die triadischen Aufbruchsspalten von der Flyschzone der Küste trennt. Sie fließt hier in einem wilden tiefen Cañon, welcher größtenteils in Rudistenkalk eingeschnitten ist. Nur der an das Südende des Sinjsko polje sich zunächst anschließende Gebietsteil ist so tief eingesunken, daß hier die Cetina durch die jüngeren Schichten tritt, welche den durch jene Senkung geschaffenen Raum erfüllen. Es sind dies Congerienschichten und ihnen aufruhende jungpliocäne Schotter. Die Quellen im Mittellaufe der Cetina sind so von zweierlei Art: im kurzen Anfangsstücke des Tales findet man Schichtquellen, welche an der Grenze der oben genannten zwei Tertiärstufen entspringen; im sehr viel längeren Hauptabschnitte des Tales treten Karstquellen zutage.

Der links von der Cetina gelegene Teil des Neogengeländes im Süden des Sinjsko polje besteht aus einem an den Kreidekalkzug des Vojnički brig sich anlehnenden Rücken, in welchem die Stasina glavica über das Niveau jenes Kalkzuges emporsteigt und aus dem Hügel von Delonca, der sich nordwärts von jenem Rücken zu geringerer Höhe erhebt. Die Kuppe dieses Hügels reicht noch nicht bis zur Grenzfläche zwischen den wenig durchlässigen Kongerienschichten und spätpliocänen Schottern hinauf und ist so von hauptsächlich nur der oberirdischen Wasserabfuhr dienenden Gräben durchfurcht. Der

Rücken mit der Stasina glavica ragt aber über jene Auflagerungsfläche hinan und weist so an seinem Nordhange einen Horizont mit Sickerwässern auf. Eine bemerkenswerte Quelle entspringt im obersten Teile jenes Grabens, welcher das kleine Lignitflöz von Košute bloßlegt. Allzureicher Wasserzufluß soll hier vor zwölf Jahren zur Einstellung von in Angriff genommenen Aufschlußarbeiten geführt haben. Auch auf der zum Cetinatale abdachenden Ostseite des genannten Rückens befindet sich eine kleine Quelle.

Zahlreichere und zum Teil viel größere Quellen birgt das am Südrande des Sinjsko polje links von der Cetina gelegene Neogengebiet. Es ist dies eine reichgegliederte Hügelmasse, die nur an ihrer Südwestseite bis an das sie umgebende Gebirge stößt und so einen hohen Grad von orographischer Selbständigkeit erhält. Gegen NW wird sie durch das Tal der Cetina begrenzt, gegen SO bilden die Mulden von Briskilje und Strmen Dolac und gegen NO die von der letzteren zum Sinjsko polje ziehende Furche ihre Grenzen. Diese Hügelmasse, der Golo Brdo, besteht aus einem auf oberen Fossarulusschichten ruhenden Sockel von Kongerienschichten und einer über ihn gebreiteten Decke von groben, zu einem lockeren Konglomerat verkitteten postpliocänen Flußschottern.

Die Neogenschichten des Golo Brdo sind trotz sehr hohen Kalkgehaltes (über 96%) für Wasser ziemlich schwer durchlässig. Derart bildet ihre besonders auf der NO- und SO-Seite des Berges überall frei ausstreichende Grenze gegen die aufliegenden Konglomerate einen Quellenhorizont. Die Konglomerate enthalten selbst aber auch schwer durchlässige Zwischenlagen aus verfestigtem Kalkschlamm, was zur Entstehung höherer Wasseraustritte Anlaß gibt. Die Schichtmasse des Golo Brdo ist flachwellig gelagert und es kommen hier so Schichtquellen auf völlig wagrechter, auf schwach geneigter und auf flachmuldenförmiger Unterlage vor.

Klar ist letztere Struktur bei der im Graben südlich von der Hauptkuppe des Golo Brdo gelegenen Quelle sichtbar, welche man für die Wasserversorgung der Station Ugljane der geplanten Bahnlinie Dizmo-Aržano in Aussicht genommen hat. Diese Quelle tritt im Muldentiefsten einer durch jenen Graben angeschnittenen, sehr flachen Synklinale aus. Talabwärts fallen die Konglomeratbänke sanft gegen O bis ONO, in der Umgebung des Quellortes liegen sie söhlig und talaufwärts ist sanftes WNW-Fallen zu erkennen, das weiterhin in südwestliches Verflächen übergeht. Die Quelle tritt in mehreren Adern unter dem Schichtkopfe einer Konglomeratbank aus und überrieselt die von ihr gebildeten Tuffkrusten des Ausstriches einer tieferen Bank. Oberhalb der Hangendbank folgen noch mehrere weiter zurückliegende Schichtkopfstufen, an deren Unterkanten schwache Wasseraustritte erfolgen. Die Einschaltung von kalkigtonigen Lagen zwischen die Konglomerate ist talabwärts von der Quelle am rechtsseitigen Hange des Grabens schön zu sehen. Daß die lockeren Konglomerate durchlässig sind, zeigt sich daran, daß der Quellabfluß nach und nach wieder versiegt. Nahe der Mündung des Quellgrabens befindet sich der von Pappelbäumen umstandene Brunnen, welcher die Bewohner von Caporice mit Trinkwasser versorgt. Das Wasser desselben quillt

am Fuße eines nach NNW exponierten Abhanges hervor, an welchem flachmuldenförmig gelagerte Konglomerate ausstreichen und der Brunnen liegt genau in der Achse der hier bloßgelegten Synklinale. Die Schichten fallen auf der Seite der nahen Straße sehr sanft nach O, gegenüber gleichfalls unter sehr geringem Winkel nach WSW. Links vom Brunnen sieht man an einer Stelle im Liegenden der Konglomerate eine fast 2 *m* mächtige, von Schotterlagen durchzogene, kalkigtonige Schichte aufgeschlossen. Quellen, die durch undurchlässige Zwischenlagen in den Schottern und Konglomeraten bedingt sind, finden sich dann noch im großen, reich verzweigten Graben, welcher bei der Triljer Brücke in die Cetina mündet.

Von jenen Quellen, die an der Basis der Schotterdecke austreten, ist zunächst ein reichlich fließendes Bründl zu erwähnen, welches auf der Nordseite des Golo Brdo im Graben von West-Susnjara auf einer gegen NO exponierten, mit Bäumen bestandenen Wiese entspringt. Es kommt aus Konglomeraten; seiner Austrittsstelle gegenüber ist aber etwas höher oben die Mergel-Schottergrenze sehr gut aufgeschlossen. Ein schönes Quellchen ist in einem der vielen Runste, welche auf der NO-Seite des Golo Brdo eingeschnitten sind, zu sehen. Die lockeren Konglomerate zeigen dort bizarre Erosionsformen, welche an die Galleriefelsen der Wüste erinnern. Das Quellchen tritt unter einem Konglomeratklotze aus grobem Schotter aus, kaum ein Meter tiefer unten sind aber schon Kongerienschichten aufgeschlossen. Diese gegen O exponierte Quelle zeigte bei einer Messung in der zweiten Junihälfte 11·6°, das früher genannte Bründl 11·8°, während der Brunnen von Caporice eine Temperatur von 13·2 und die für die Wasserversorgung der Station Ugljane in Aussicht genommene Quelle Temperaturen von 13·3 und 13·4 aufwies. Es waren somit die Quellen an der Basis der Schotter im Durchschnitte um 1·6° kühler als jene innerhalb der Schotterdecke, was mit der tieferen Lage der Adergeflechte bei den ersteren Quellen im Zusammenhange stehen mochte. Auf der Ostseite des Golo Brdo entspringen an der Oberkante der Kongerienschichten gleichfalls einige Schichtquellen. Im Strmen Dolac, der großen Mulde zwischen dem Golo Brdo und dem östlich benachbarten Kreidekalkgebirge, treten an mehreren Stellen Wässer aus, die sich in der Schuttbedeckung der den Muldengrund erfüllenden Melanopsidenmergel sammeln.

Der große Cañon der Cetina im Süden von Trilj ist für die Kenntnis der Hydrographie des mitteldalmatischen Karstes insofern wichtig, als hier in dem tiefsten, der Beobachtung zugänglichen Niveau auf eine weite Strecke hin reines Kalkgebirge bloßliegt. Im oberen Cetinatale sind den alten aus Kalk bestehenden Talterrassen großenteils mehr oder minder undurchlässige Neogenschichten vorgelagert und es wird so ein vollständiger Einblick in die Verteilung der Wasserwege verwehrt. Man könnte da in Zweifel kommen, ob das Hervorbrechen von Quellen in den Lücken der Neogenvorlage eine Beschränkung der Wasserführung auf einzelne Höhlengänge bedeute oder ob eine gleichmäßige Durchsetzung des Kalkgebirges mit untereinander verbundenen wasserführenden Klüften vorhanden sei. Es schiene möglich, daß eben nur dort, wo die Neogenschichten durchbrochen

sind, große wasserführende Spalten ausmünden, es wäre aber auch denkbar, daß auch mehrorts große Wasseradern auf die Rückwand der Neogenvorlagen treffen, wegen eines Zusammenhanges der Kluftnetze aber nicht bis zur Bildung von Ueberfallquellen aufgestaut werden und hinter den undurchlässigen Vorlagen weiterfließen, bis sie zur nächsten sich ihnen darbietenden Ausfallspforte gelangen. In diesem Falle müßte dann beim Fehlen einer undurchlässigen Ueberkleidung des Gebirgsrandes dieser letztere seiner ganzen Länge nach von Quellen begleitet sein.

Im Cañon der Cetina liegen nun die Dinge so, daß mehrere Teilstrecken der Talränder mit Quellen besetzt sind, daß aber weder eine Beschränkung der Wasseraustritte auf einzelne Stellen Platz greift, noch auch eine gleichmäßige Verteilung der Quellen über die ganze Erstreckung des Tales vorhanden ist. Es tritt hier sozusagen ein Mittelzustand zwischen den vorgenannten zwei Grenzfällen in Erscheinung. Bei meinen geologischen Begehungen des Cañons der Cetina südlich von Trilj sah ich zwei Uferstrecken, längs welchen ein Austritt des Kluftwassers durch eine größere Zahl von reihenförmig angeordneten Bodenöffnungen erfolgt. Beide gehören dem linken Ufer an und bringen jene Wässer zutage, die sich im Rudistenkalkgebiete südwestlich vom Dolomitaufbruche von Ugljane sammeln. Die eine Teilstrecke liegt in der Nähe von Babić stan, zirka 3 *km* unterhalb des Cetinaknies bei Bisko, die andere beiläufig um ebensoviel noch weiter talabwärts bei Cikota. Die erstere Quellenreihe war zur Zeit meines Besuches, Anfang Mai, versiegt, die andere, im April besuchte, zeigte sich sehr wasserreich. Dieser Unterschied war nicht durch Ungleichheit der beiden Kluftsysteme bedingt, es handelte sich aber auch nicht um eine auf die periodische Jahresschwankung des Wasserstandes zu beziehende Verschiedenheit, sondern um aperiodische, durch die eben vorausgegangene Witterung bedingte hydrographische Zustände. Ein Versiegen nach trockener Witterung schon im Mai deutet in Dalmatien auf geringe Nachhaltigkeit einer Quelle hin. Bei solchen Vorkommnissen läßt sich eine genaue Wechselbeziehung zwischen der Jahreskurve des Regenfalles und jener der Quellenergiebigkeit feststellen. Hier können nur die morphologischen Verhältnisse beschrieben werden; dies soll aber im folgenden um so eingehender geschehen, als man es bei diesen Quellenhorizonten im Cañon der Cetina mit für die Beurteilung der Hydrographie des dalmatinischen Karstes wichtigen Erscheinungen zu tun hat.

Unterhalb Babić stan befinden sich im tiefeingeschnittenen Cañon der Cetina zwei kleine Kalktuffinselchen. Gerade hinter diesen bemerkte ich an dem linksseitigen Ufer unter Geröllboden einen saftigen grasigen Fleck, dessen Existenz darauf hinwies, daß hier zeitweilig Wasser hervorbricht. Dann folgt bald stromabwärts eine größere Quellenmulde. Die Rasen- und Humusdecke ist dort an einer Stelle ausgebrochen, in der so entstandenen Einsenkung liegen Trümmer, die zur Zeit meines Besuches mit vertrockneten Schlammkrusten und Algen überzogen waren. Es war sehr deutlich zu erkennen, daß diese Trümmer von oben her überflossen gewesen und es sich nicht um Schlammresiduen von einem Hochstande des Flusses handelte. Nahe

der Einsenkung befindet sich ein von Brombeergestrüppen überwuchertes Rinnsal mit vielen Moospolstern und Algenüberzügen. Oberhalb der vorgenannten Senkung liegt eine Schutthalde mit mehreren Stellen, wo jedenfalls zeitweise Wasser hervorkommt; besonders unter einem Kalkblock waren kleine trockene Rinnen und daneben unter einem kleinen Blocke Moos- und Algenvegetationen konstatierbar. Weiter flußabwärts bemerkt man in einem grasigen Abhange einen Quellbachriß, der gleich von seiner Mündung an mit Brombeersträuchern überwuchert ist. Hier sind auch Reste einer Tuffterrasse zu erkennen. Alsdann stößt man in der Nähe einer kleinen Flußterrasse auf ein weiteres, unter dichtem Gestrüppe hervorkommendes Rinnsal mit wenig Moos und ohne Algen. Endlich ist noch eine hinter einer schönen Uferwiese gelegene Stelle zu erwähnen, die periodisch auch als Ausflußöffnung für Kluftwasser dienen dürfte. Es fehlen dort zwar die an den bisher genannten Stellen sichtbaren untrüglichen Kennzeichen der zeitweiligen Ausübung dieses Dienstes; es zieht sich aber von jenem Punkte ein seitlich von Mauerwerk begrenztes Rinnsal weit bis gegen die Cetina hinab.

Unterhalb Cikota bekam ich folgende Befunde zu Gesicht. Nicht weit flußabwärts von den so benannten Hütten befand sich gegenüber einem dort im Flusse aufragenden Inselchen eine Quelle, die 1 *m* über dem Niveau der Cetina aus Schutt in einer Breite von 4 *m* hervorbrach. Wenige Dutzend Schritte weiter talabwärts war eine zweite Stelle sichtbar, wo ein Wasserlauf etwa 2 *m* über dem Flußspiegel in einer Gesamtbreite von 4 *m* zwischen Kalkblöcken zutage trat. Dann folgten drei kleine Quellchen, die nur wenige Meter vom Ufer entfernt und $^1/_2$ *m* über demselben entsprangen. Hieran schloß sich eine sehr reiche, aus Trümmern kommende dreiteilige Quelle. Der erste Ast entsprang 1 *m*, der zweite 2 *m* über dem Flußspiegel, der dritte Quellast ging gleich neben dem Ufer auf. Jeder der drei Aeste war $1^1/_2$ bis 2 *m* breit. Bald darauf kam ich zu einem weiteren, mehrere Meter breiten Austritte von Kluftwasser in $1^1/_2$ *m* Höhe über dem Flußspiegel, dann zu drei nahe beieinander neben dem Ufer aufgehenden Quellen, endlich trat kurz vor der Mündung jenes Tobels, der sich vom Plateau bei Corić zur Cetina hinabzieht, aus einem gemauerten Kanale in $2^1/_2$ *m* Höhe über dem Niveau der Cetina eine reiche Wasserader aus. Etwas weiter flußabwärts war unter den dort auf dem linken Ufer mächtig vortretenden Felsen wieder eine Quelle sichtbar. Die Gesamterstreckung dieses Quellenhorizontes unterhalb Cikota betrug fast 1 *km*.

Etwa eine Stunde talabwärts von dieser Quellenreihe unterhalb Cikota befindet sich bei der Mravinamühle eine Höhle, an deren Felstor ein mit Blöcken reich bestreutes trockenes Rinnsal seinen Ursprung nimmt, welches zunächst parallel zur Cetina — durch einen Felsrücken von ihr getrennt — sich niedersenkt und dann nahe bei jener Mühle in das Flußbett mündet. In die Höhle hinein setzt sich das Rinnsal nicht fort. Der Höhlenboden besteht aus Terra rossa und ist, als Zufluchtsort für Schafe dienend, nach außen durch ein Mäuerchen abgeschlossen. Es handelt sich demnach entweder um einen ganz außer Gebrauch gesetzten alten Wasserweg, oder es tritt

hier das Wasser auch bei seinem höchsten Stande erst vor der Höhle aus.

Die quellenreiche Teilstrecke der Cetinaschlucht unterhalb Babić stan fällt mit einer Zone starker Schichtstörungen zusammen. Es ist dort ein auffällig häufiger und oft schroffer Wechsel der Fallrichtungen und Fallwinkel zu bemerken. Innerhalb eines von der Cetina halbierten Flächenstückes von etwa 1 km^2 mißt man da am linken Ufer: mittelsteil SSW, 25° SSO, 10° OSO, 20° und 70° S; am rechten Ufer: steil OSO, mittelsteil NO, 25° O, 30° N, steil O, mittelsteil S. In der Talstrecke bei Cikota ist zwar keine so starke Schollenzerstückelung vorhanden, aber doch ein Schwanken der Fallrichtung zwischen N und O zu sehen und die Schichtneigung eine sehr steile, was gegenseitige Verschiebungen und Zerrüttungen der Schichtmassen fördert. Das Vorherrschen einer steilen Aufrichtung der Schichten im Cañon der Cetina und die hierdurch bedingte starke Entwicklung steil zur Tiefe gehender Klüfte und Spalten ist wohl der Hauptgrund, warum hier die Quellen keine größeren Niveauunterschiede zeigen. Es sind hier günstige Bedingungen für ein möglichst tiefes Absinken der eindringenden Wässer gegeben. Es kann dies aber in mehreren, nicht miteinander in Verbindung stehenden Kluftnetzen in gleichem Maße der Fall sein, so daß dann der Austritt einer Anzahl von über eine längere Talstrecke verteilter Quellen nahe dem Flußspiegel noch kein Beweis für einen allgemeinen Zusammenhang der Kluftsysteme ist.

Die Quellen im Karstgebiete zwischen dem Moseć und Mosor.

Das stark verkarstete Gelände zwischen der Zone der Aufbruchstäler und dem Küstenstreifen gliedert sich in mehrere, durch Höhenzüge und flache Bodenwellen getrennte Mulden. Von der Mučer Furche und dem Tale der Cetina wird dieses Karstgebiet durch die Rücken des Moseć, der Visoka und Čemernica geschieden. Gegen die Küstenzone wird es durch die Kämme des Koziak und Mosor abgegrenzt. Diese Grenzziehung ist eine vorwiegend orographische. Nur längs des Koziak entspricht sie auch einer scharfen hydrographischen Scheide. Es schiene wohl näher liegend, in einer Darstellung des Quellenphänomens Gebietsabgrenzungen nach hydrographischen Gesichtspunkten vorzunehmen. Ein solches Vorhaben stößt jedoch auf Schwierigkeiten. Nimmt man im Norden die Trennungslinie zwischen den undurchlässigen Schiefern und klüftigen Kalken als Gebietsgrenze an, so wird man Gefahr laufen, dieselbe zu weit vorzuschieben. Es wäre möglich, daß im Sutinatale ein kleiner Teil der Wässer, welche in den Kalken und Kalkbreccien am südlichen Talhange einsinken, die Barre der angeschobenen Werfener Schiefer überwindet und so noch zur Sutina gelangt. In der Mučer Gegend liegt die geologische Scheidelinie zwischen Karst und Nichtkarst am Nordrande der Ebene, da der Untergrund derselben noch aus Kalksteinen besteht. Wollte man aber die hydrographische Grenze zwischen der Zone der Aufbruchstäler und dem südlich anstoßenden Karstgebiete an jenen Rand verlegen, so würde hydrographisch Zusammengehöriges zerrissen, da die Endstücke der in den triadischen Tonschiefern und Dolomiten sich ent-

wickelnden Rinnsale die Mučer Ebene durchfließen, um erst am Südrande derselben in Ponoren zu verschwinden. Würde man dagegen bei der Abgrenzung hydrographischer Teilgebiete an Stelle der oberflächlichen Wasserabfuhr jene in der Tiefe in Betracht ziehen, so erführen die früher genannten Grenzen eine bedeutende Rückwärtsverlegung in das Innere des verkarsteten Gebietes und könnten manchmal überhaupt nicht gut gezogen werden. Wenn am Rande eines Karstgebietes gegen ein Gelände mit oberflächlicher Entwässerung große Quellen hervorbrechen, wie die Quellen des Jadro und Stobrec potok am Südfuße des Mosor, und man hier eine Gebietsabgrenzung der genannten Art vornimmt, so wäre aber der Vorwurf nicht berechtigt, auch hier hydrographisch Zusammengehöriges getrennt zu haben, auch dann nicht, wenn man den Abfluß solcher Quellen als obertägige Fortsetzung eines echten Höhlenflusses ansieht; denn in diesem Falle liegt eben in der Umwandlung des Flußlaufes auch die Begründung für die hydrographische Scheidung der beiden benachbarten Gebiete. Hier von der Zerreißung einer hydrographischen Einheit zu sprechen, wäre so unbegründet, als wenn man es in dem oben angezogenen Beispiele von Muć als eine solche Zerreißung betrachten würde, wenn man die Moseć planina nicht mehr zur Zone der Aufbruchstäler rechnet, obwohl sich in ihr die Flußläufe jener Zone nach ihrem Verschwinden in Ponoren unterirdisch fortsetzen.

Aus dem Gesagten dürfte wohl hervorgehen, daß in einer quellengeologischen Beschreibung die Abgrenzung von Teilgebieten am besten nach orographischen Gesichtspunkten geschieht.

Ein von der Mučer Ebene zur Gebirgsnische von Klissa streichendes Quertal trennt das besagte Karstgebiet in eine westliche und östliche Hälfte. Die erstere stellt ein im Norden vom Moseć, im Süden vom Koziak und im Osten von dem jenes Tal westwärts begleitenden Meteno umrahmtes Hügel- und Muldengebiet dar, das der Berg Ljubec in einen nördlichen und südlichen Teil scheidet. Die Osthälfte umfaßt das nordwärts von der Visoka, südwärts vom Mosor und westwärts von dem auf der Ostseite des Quertales aufsteigenden Radinje umrahmte Muldengebiet von Dicmo. Das in Rede stehende Karstgebiet wird von einer Dolomitzone durchzogen, welche der Einsenkung zwischen dem Moseć und Ljubec folgt und dann über den Radinje und durch die Mulde von Dicmo auf das linke Cetinaufer hinüberstreicht. Das im vorigen betreffs seiner Abgrenzung und Gliederung kurz besprochene Karstgebiet ist nicht gänzlich wasserlos. Es finden sich sowohl in dem Dolomitzuge als auch in den ihn beiderseits begleitenden Kalkzonen vereinzelte schwache Quellbildungen, die wegen der Ungewöhnlichkeit ihres Auftretens von großem Interesse sind.

Ein höchst merkwürdiges Quellchen befindet sich am Südhange des Berges Deveroga südlich von Muć. Es sind dort zwei Gräben eingeschnitten, von denen sich der eine gegen Ost, der andere gegen Süd hinabsenkt. Das Quellchen tritt im Anfangsteile dieses letzteren Grabens unterhalb eines Felsspornes aus. Die Deveroga ist der östliche Eckpfeiler des Moseć und gliedert sich auch in tektonischer Hinsicht diesem Gebirge ein. Ihre Kammregion entspricht einem

Aufbruche von Rudistenkalk, über ihre Südhänge dehnt sich die meerwärts sich anschließende Eocänmulde aus, deren Südflügel von einem Längsbruche durchzogen ist. Derselbe streicht am Rücken zwischen den genannten beiden Gräben hin und bringt Hauptnummulitenkalk mit Miliolidenkalk in Berührung. Im Südgraben wird er von einem Querbruche gekreuzt, und hier befindet sich das Quellchen. Das Wasser tritt aus einer vertikalen Kluft in dünnbankigem 40° gegen N einfallendem Miliolidenkalke aus. Oberhalb der Ursprungsstelle sieht man etwas Schutt und dann Felsen von Alveolinenkalk. Von der Quellspalte zieht sich ein mit Steintrümmern und Moosrasen erfülltes Rinnsal hinab, in welchem das Abwasser des Quellchens bald versiegt. Das Quellchen liegt in einer Höhe von 640 *m*, 100 *m* unterhalb der höchsten Kuppen der Deveroga, 170 *m* über dem Nordfuße und 260 *m* über dem Südfuße des Berges.

Man hat es hier demnach mit einem Austritte von Quellwasser auf einem ganz aus Kalk bestehenden verkarsteten Berge zu tun, ein Befund, welcher der Voraussetzung eines allgemeinen Zusammenhanges der Kluftnetze im Kalkgebirge widerspricht und zur Annahme drängt, daß gelegentlich im Kalke Klüfte fehlen oder unwegsam sein können, so daß sich ein von seiner Umgebung abgeschlossenes Kluftnetz entwickeln muß, oder daß wenigstens solche Unterschiede in der Zerklüftung des Kalkes und in der Wegsamkeit der vorhandenen Klüfte Platz greifen können, daß unterirdisch nicht mehr so viel Wasser weitergeleitet werden kann, als zufließt. Ein Fehlen von Klüften anzunehmen, fällt allerdings gerade im Bereiche einer von Verwerfungen durchzogenen steilen Mulde von eocänen Kalken sehr schwer.

Vielleicht sind die Kluftwände mit ausgedehnten Harnischen bedeckt und ist das benachbarte Gestein sehr stark zertrümmert, und wird so ein Wasserstau hervorgebracht. Vielleicht sind in geringer Tiefe auch hier dem Alveolinenkalke Linsen von unteren Nummulitenschichten eingelagert, welche sich vom ersteren Kalke durch schiefrige Textur und das Fehlen von Karrenbildungen unterscheiden und diese abweichenden Eigenschaften einem schwachen Tongehalte verdanken dürften. Längs des Querbruches kann man eine gelbliche Färbung der Kalkstückchen wahrnehmen, wie sie im Bereiche der Knollenmergel und der unteren Nummulitenschichten auftritt und von der durch die Roterde bedingten oberflächlichen Braunfärbung der Steinchen wohl verschieden ist. Am Berge Movran westlich von der Deveroga sind in den dort auftretenden unteren Nummulitenschichten ein paar Bunare eingesenkt, doch wird man diesen Schichten nur geringe wasserstauende Wirkungen zuschreiben können. Das in Rede stehende Quellchen ist ein schwaches Quellchen, aber keineswegs etwa nur der Ablauf oberflächlich eingedrungenen Regenwassers. Ich besuchte es zweimal, gegen Ende April und vor Ende Juni und traf es jedesmal fließend an, obwohl in beiden Fällen ungefähr eine Woche seit dem letzten Regen verstrichen war und das zweitemal seit vierzehn Tagen kein starker Regen gefallen war. Die kleine Quelle ist auch den Eingebornen als solche bekannt und ich erinnere mich noch, wie es meinerseits starkem Kopfschütteln begegnete, als mir die Bewohner der an der Mündung des Quellgrabens stehenden

Hütten von Barac versicherten, daß dort oben auf dem Berge lebendes Wasser zu finden sei, und wie ich, als sich die Richtigkeit der so wenig glaubhaft erschienenen Angabe herausstellte, froh war, nicht eine hohe Wette eingegangen zu sein, daß es auf jenem Berge kein lebendes Wasser gäbe.

Dafür, daß aber nicht bloß schwache Quellchen mitten im Kalkgebirge entspringen können, läßt sich die Quelle bei Dreznica im Svilajagebirge als Beispiel anführen, und für diesen Zweck verschlägt es nichts, daß sie schon etwas weiter außerhalb des Blattes Sinj-Spalato gelegen ist. Diese Quelle entspringt an einem gegen Nord geneigten Hange aus 20^0 gegen Süd einfallenden bankigen Kalken der mittleren Kreide. Das Wasser quillt im Frühlinge hier in der Stärke eines kräftigen Tiroler Bauernhausbrunnens aus einer Schichtfuge hervor und plätschert in ein 4—5 *m* im Gevierte messendes Becken, das auf drei Seiten ummauert ist und nach hinten durch Fels abgeschlossen wird. Unterhalb der Quelle stehen Kalke an, die man als Vertretung der tieferen Kreidekalke ansehen kann; in der Sohle des Tales kommen — ohne von diesen Kalken durch eine Dolomitzone getrennt zu sein — schon obere Lemešschichten hervor. Sollten die auf der NW- und NO-Seite den Tithonaufbruch von Dreznica besäumenden Unterkreidedolomite auf der Südseite dieses Aufbruches nur überschoben sein, so wären sie doch zu weit entfernt und zu tief gelegen, als daß man sie zur Erklärung der besagten Quelle mit Erfolg heranziehen könnte. Jene Dolomite dürften in der Tiefe einen Wasserabfluß gegen Norden hemmen, gleichwie die weiter im Süden an der Basis des Rudistenkalkes vorbeistreichenden Dolomite nach dieser Richtung hin eine Schranke für die Weiterbewegung des Kluftwassers bilden mögen. Nach Westen zu bleibt aber der Weg für dieses Kluftwasser offen, da die Kalkzone zwischen den beiden Dolomitzügen in das Petrovo polje ausstreicht und das Entspringen einer Quelle im Tale von Dreznica in 260 *m* Höhe über dem Spiegel des nur wenige Kilometer entfernten Quellteiches der Cikola bliebe unverständlich, wenn ein allgemeiner Zusammenhang der Kluftnetze bestünde.

Der Dolomitzug im verkarsteten Gelände zwischen den Aufbruchstälern und der Küstenzone zeigt eine mehrmalige Unterbrechung in seinem Laufe. Das aus dem Blatte Sebenico in unser Blatt eintretende Dolomitgebiet von Nisko und Brstanovo ist das östliche Endstück eines Zuges, der sich mit einer kurzen Unterbrechung westwärts bis in das Hinterland des Lago di Castel Andreis erstreckt. In diesem Dolomitzuge liegt ein wohl nur sehr schwaches, aber geologisch doch bemerkenswertes Quellchen. Im Graben nördlich von Nisko ist der Dolomit hemizentroklinal gelagert und es begünstigt dies sehr ein Zusammensickern der in den Deckschutt und in die gelockerten, oberflächlichen Gesteinsschichten eindringenden Niederschläge. Zur Regenzeit sieht man hier an den Rändern der Schuttdecke und aus frei ausstreichenden Schichtfugen Wasser zutage treten und im unteren Teil des Grabens liegt ein roh ummauertes Becken, das auch dann, wenn die oberflächlichen Zuflüsse versiegen, noch Sickerwasser aus tieferen Bodenschichten aufnimmt. Ein von diesem Becken ausgehendes Gerinne verschwindet später in der Schuttausfüllung des Grabens.

An einigen Stellen sind im Dolomittale von Nisko und Brstanovo Bunare vorhanden. Solche Bunare trifft man auch im nördlichsten Teil des Dicmo polje bei Sušci, wo der Dolomitzug nach am Südhange des Radinje erfolgter längerer Unterbrechung wieder zutage tritt. Diese roh ummauerten Zisternen führen außer Regenwasser wohl auch mehr oder weniger Sickerwasser aus der Umgebung. Diese seitliche Speisung ist aber oft so gering, daß es am Steinkranze des Bunars zu keinem sichtbaren Abrieseln von Wasser kommt. In solchen Fällen pflegt aber dann doch das Wasser ziemlich klar zu sein, während es in jenen Bunaren, die nur Sammler von Regenwasser sind, oft sehr stark getrübt ist. Auch ein Wachstum von Wasserpflanzen am Grunde und an der Oberfläche solcher Brunnenschächte spricht für allmähliche Erneuerung ihres Inhaltes durch Zusickerungen. Man hätte sich vorzustellen, daß solche Bunare durch Dolomitschutt und oberflächlich gelockertes Gestein bis zum frischen, für Wasser schwer durchgängigen Dolomite hinabreichen. Solche Zisternen erscheinen auf der Karte manchmal als Quellen aufgeführt, eine Bezeichnung, die manchem wohl als etwas euphemistisch erscheinen mag. Die „Quelle" Muslopaca der Generalstabskarte, südlich von Sušci am Osthange des Berges Lisac ist eine Lokva. Sie liegt in einer kleinen Eluvialmulde im Rudistenkalke und sammelt wie andere Lokven wohl nur Regenwasser.

Die auf der genannten Karte eingetragene Quelle bei Vojnić ist dagegen ein Bunar mit unterirdischer Zusickerung, da man über seinen Steinkranz Wasser abrieseln sieht. Dieser Quellbunar befindet sich am Südhange des Vojnički brig, jenes aus Rudistenkalk bestehenden Felsriegels, welcher die Einsenkung von Vojnič vom Sinjsko polje trennt. Als wasserstauend dürfte hier die Terra rossa in Betracht kommen, welche bei Vojnič, besonders in der Umgebung des westlich vom Quellbunar stehenden Kirchleins Sv. Jurai in ungewöhnlich großer Mächtigkeit entwickelt ist, während das an den Felsriegel zunächst angrenzende Gelände von lehmigem Sand bedeckt wird.

Bunare mögen immerhin auch im Bereiche der kretazischen Kalke gelegentlich etwas Sickerwasser aufnehmen, wenn bei schwebender oder flachwelliger Schichtlage durch Dolomiteinschaltungen oder durch Abdichtung kalkiger Schichten die eluviale Schuttausfüllung einer Mulde einen relativ undurchlässigen Boden bekommt. So soll ein Bunar im Rudistenkalkgelände unterhalb der Nordhänge des Ljubec südlich von Nisko auch in regenlosen Monaten gutes Wasser enthalten und man soll dann sehen können, daß an drei Stellen aus Fugen seiner Mauerauskleidung Wasser träufelt. Vielleicht war auch ein im Gebiete der Hornsteinkalke bei Prugovo angeblich verschütteter und nicht mehr aufzufindender Brunnen aus der Türkenzeit ein durch Sickerwasser genährter Bunar. Ein jetzt bei Prugovo vorhandener Wasserschacht, in dessen Nähe sich der vorgenannte befinden soll, scheint vorwiegend durch Regenwasser gespeist zu werden.

Südlich von Prugovo befindet sich das Polje von Konjsko, welches — wie das noch weiter meerwärts gelegene kleine Polje von Blaca — großenteils mit Knollenmergeln des oberen Mitteleocäns erfüllt ist. Das Blaca polje wäre bei einer rein orographischen Grenzziehung schon der Küstenzone anzugliedern, da es durch eine Schlucht mit

der Gebirgsbucht von Clissa in Verbindung steht. Das Polje von Konjsko ist aber allseits abgeschlossen und so die einzige Gegend in dem hier besprochenen Kartenteile, in welcher mergelige Schichten auftreten. Dessenungeachtet kommen hier keine bemerkenswerten Quellenphänomene zur Entwicklung. Auch dort, wo die auf die eocänen Mergel aufgeschobenen Kreidekalke hohe Hügelzüge bilden, wie den Medovac und Mali Rebinjak, kommt es an der Ueberschiebungslinie nirgends zur Bildung von Ueberfallquellen.

Sehr bemerkenswerte, wenn auch schwache Quellchen finden sich auf der Nordostseite des Mosor. Die Abhänge bestehen dort zum Teil aus sanft gegen NNO verflächenden dickbankigen Rudistenkalken, so daß bei größerer Geländeneigung ein freies Ausstreichen der Schichten und eine Stufenbildung des Gehänges erfolgt. Aus den Schichtfugen sickert nach jedem stärkeren Regengusse vielenorts Wasser aus; an trockenen Tagen sieht man auf den abschüssigen Felsflächen an Stelle nasser Streifen schmale eingetrocknete Schlammbänder. Fallweise kann es aber auch zu länger anhaltenden Wasseraustritten kommen. Es setzt dies das Zusammentreffen mehrerer günstiger Umstände voraus: Das Vorhandensein einer Gesteinsbank, welche bis weit in den Berg hinein von keiner offenen Spalte durchsetzt ist, eine derartige Anordnung der Klüfte in den Hangendschichten, daß durch dieselben eine möglichst große Menge von Niederschlägen auf jene unterste Bank gelangen kann und eine solche Gestalt der Oberfläche dieser letzteren, daß eine Sammlung der Wassermengen in eine einzige Abflußrinne stattfindet. Eine solche Stelle, wo der Wasseraustritt nach Regen länger anhält und man von einem regellos intermittierenden Quellchen sprechen kann, befindet sich an den Nordhängen des Lubljan oberhalb der Jurenić staje. Man trifft dort oberhalb einer größeren Felsfläche einen von Wasserpflanzen erfüllten Tümpel von etwa 7 *m* Länge und 6 *m* Breite, über dessen Rückwand in der nassen Jahreszeit an drei Stellen Wasser rieselt. Rechts vom Tümpel sieht man auch mehrere nasse Streifen auf ausgehöhlten Felsen. Zur Linken befindet sich oberhalb des Tümpels eine kleine Höhle und unter ihr eine Reihe von breiten nassen Streifen auf einer stark abschüssigen Felswand. Unterhalb derselben liegt ein Wiesenfleck, der hinten und seitlich von stark bemoosten Felsen umrahmt ist. Auch tiefer unten trifft man noch feuchte moosige Stellen an. Vom Tümpel rieselt das Wasser durch eine Felsrinne ab, um etwas weiter unten im Felsgeklüfte zu versiegen. Das Schichtfallen ist hier 20° gegen NNO.

Ein zweites Quellchen ist weiter östlich am Abhange oberhalb Doman staje anzutreffen. Man sieht dort eine mit üppigem Moos überzogene, überhängende Felswand, unter welcher sich einige kleine, von einer reichen Vegetation von Quellenpflanzen umgebene Wasserbecken befinden, deren eines von einem Mäuerchen umgeben ist. In der nächsten Umgebung dieser Stelle bemerkt man auf geglätteten, rostfarbigen Felsflächen viele nasse Streifen. Die Speisung dieser klaren Becken erfolgt zum Teil durch Wasser, das von der überhängenden Wand abtropft, zum Teil durch solches, das durch eine Fuge von innen her zurieselt. Die Schichten fallen am Abhange oberhalb Doman staje sanft gegen NNO und scheinen zugleich eine schwache Einbiegung im Streichen

zu erfahren, deren Scheitel in die Gegend der Wasserbecken zu liegen kommt. Die vorigen Beschreibungen beziehen sich auf im Frühjahr von mir vorgefundene Verhältnisse. Im Hochsommer dürften die kleinen Quellacken am Nordhange des Lubljan wohl völlig austrocknen.

Die Quellen in den Mulden von Dolac und Srijani.

Am Nordfuße des Ostmosor zieht sich eine in drei Teilbecken gegliederte Einsenkung hin, die mit Flyschschichten erfüllt ist, während die Mosorhänge und deren Vorland aus Rudistenkalk bestehen. Es kommt so hier zum Auftreten von Quellen inmitten eines wasserlosen Karstgeländes, und zwar sind es Schicht- und Schuttquellen, zu deren Bildung die geologischen Verhältnisse der Flyschgebiete Anlaß geben. Im nordwestlichen Becken, bei der Ortschaft Dolac dolnje, zeigt die Flyschmasse folgenden Aufbau:

Mergel mit einer eingelagerten Bank von Nummulitenbreccienkalk.

Dickbankiger Nummulitenbreccienkalk.

Klotzig abgesonderter grobkörniger Kalk.

Dünnplattiger Kalksandstein, aus dem vorigen sich allmählich entwickelnd.

Mergeliger Knollenkalk.

Mergel.

Der Flysch ist hier in eine gegen W geschlossene Mulde eingebogen, über deren Nordflügel und Kern sich weiter ostwärts Kreidekalk vorschiebt, so daß dann nur eine von Rudistenkalk überschobene isoklinale Flyschmasse verbleibt. Der den Mergeln eingelagerte Zug von Kalken tritt innerhalb der hemizentroklinal gelagerten Schichtmasse als ein mit seinem Scheitel gegen W gekehrter parabolischer Felsbogen hervor. Die Innenwand desselben wird durch die Schichtflächen der hangendsten Partien des Kalkzuges gebildet. Man sieht hier die Schichtneigung mit sukzessiver Drehung der Fallrichtung von S über O nach NNO allmälich von 45^0 auf 10^0 abnehmen. An der steil abfallenden Außenwand des Felsbogens sind die Schichtköpfe des grobkörnigen Kalkes und Breccienkalkes bloßgelegt.

Die im Norden, Westen und Süden vom eben genannten Felsbogen und im Osten vom Rande des über die Flyschmulde sich schiebenden Kreidekalkes umschlossene Vertiefung hat einen ebenen Boden, der aus Eluvien der oberen Flyschmergel besteht. Nur im Osten treten diese Mergel anstehend hervor. Die zwischen dem Nordaste des Felsbogens und dem die Flyschmulde nordwärts begleitenden Kreidekalk gelegene Furche ist gleichfalls mit Eluvien erfüllt und eingeebnet, wogegen vor der Scheitelregion und unterhalb der Südwand des Felsbogens die Liegendmergel des Nummulitenbreccienkalkes eine hohe Böschung bilden, die zur tief gelegenen Sohle des Poljes von Dolac abdacht.

Am oberen Rande dieser Böschung tritt in einer flachen Einbuchtung der vorgenannten Felswand aus einer Höhle die reiche und schöne Quelle Bubanj aus. Ihr Abwasser fließt durch einen in die

Mergel unterhalb der Felswandnische ausgewaschenen kleinen Graben in das Polje hinab.

Man hat es hier mit einer Ueberfallquelle zu tun, bei welcher das Wasser über den Rand einer dem Schnabel einer Kanne vergleichbaren Hohlform seitlich ausfließt, während bei der früher erwähnten Quelle von Klacar der Ausfluß an der Schnabelspitze erfolgt.

Eine Eigentümlichkeit der Quelle Bubanj liegt auch darin, daß von ihrem Sammelgebiete nur der periphere Teil — der wiederholt genannte Kalkfelsbogen — zur Aufnahme atmosphärischer Wässer dienlich ist. Das auf die Mergelausfüllung der durch die Kalkeinlagerung gebildeten Schale fallende Regenwasser kommt für die Quellenspeisung nur insoweit in Betracht, als es über die Ränder jener Füllmasse überfließt. Da das von den Hangendmergeln eingenommene Gebiet fast eben ist, wird aber nur ein Teil des dort auffallenden Wassers seinen Weg bis an die Gebietsränder finden und eine nicht geringe Wassermenge früher verdunsten. Allerdings ist durch dieses undurchlässige Dach des Quellenreservoirs auch die Verdunstung aus demselben in der Trockenzeit herabgesetzt.

Eine gegen Ende April vorgenommene Messung der zwei Hauptausläufe der Quelle ergab Temperaturen von 10·40 und 10·43°; einige Wochen später zeigten jene Ausläufe 11·38 und 11·40°. Es war dies ein für eine Ueberfallquelle auffallend rascher Temperaturanstieg. Das Sammelgebiet der Quelle Bubanj, welche den Bewohnern der umliegenden Hüttengruppen das Trinkwasser gibt, ist gegen N, W und S gut begrenzbar, nur gegen O läßt es sich nicht scharf abgrenzen. Es dürfte dort kaum weit über die Ueberschiebungsstirne des Kreidekalkes hinausreichen.

Ein kleiner Teil der Wässer, welche an der Quellenspeisung Anteil nehmen, tritt schon früher vorübergehend an den Tag. Es sind dies jene Wässer, welche sich vor dem Ueberschiebungsrande in der kleinen Mulde zwischen dem Nordaste des Breccienkalkzuges und den Hügeln des Hangendflysches sammeln. Nahe dem Ausgange dieser eluvialen Mulde liegt ein Bunar, dessen Sickerwasser gegen Ende April 11·02° Wärme zeigte.

In jener Gegend, wo der Kern der Flyschmulde ganz mit Rudistenkalk bedeckt ist, und der Stirnrand der Ueberschiebung bis nahe an den Zug des Nummulitenbreccienkalkes im südlichen Muldenflügel heranreicht, tritt in einer Nische dieses Gesteinszuges aus oberflächlichem Schutte eine Quelle aus. Es ist eine Ueberfallquelle, welche jenen Teil der auf den unteren Flyschmergeln sich sammelnden Wässer entläßt, der nicht mehr zur Bubanjquelle abfließt. Ihre Temperatur betrug zu Ende April 10·40°, ein tiefer gelegener Ursprung zeigte 10·43°, zwei andere, vor ihrem Auslaufe länger durch Schuttboden rieselnde Quelladern hatten 11·00 und 11·58. Die Abwässer dieser Quellchen fließen in ein in das Polje von Dolac gelangendes Rinnsal, welches weiter südostwärts an jener Stelle beginnt, wo der Alveolinenkalk auf der Südwestseite des Poljes bis an das Flyschgelände auf dessen Nordostseite herantritt. Es entspringt dort unter moosbewachsenen Trümmern und Blöcken am Fuße einer Steinmauer ein Quellchen, als dessen Nährgebiet wohl jene

Mulde zu gelten hat, die dadurch zustande kommt, daß die Züge des Alveolinen- und Nummulitenbreccienkalkes gleich weiter südostwärts wieder etwas auseinanderweichen. Dieses Quellchen war etwas kühler als die vorhergenannten und zeigte 9·75°. Oberhalb des Kirchleins Svi Sveti, welches sich neben der eben genannten Mulde auf dem Felszuge des Breccienkalkes erhebt, trifft man am Fuße des Flyschhanges, welcher vom Stirnrande des aufgeschobenen Rudistenkalkes gekrönt wird, zwei kleine Quellchen. Sie bringen wohl nur jene Wässer zutage, die sich in dem vom Kreidekalke stammenden Schutte über dem Flyschboden sammeln und sind nicht als durch Gehängeschutt maskierte Ueberfallquellen an der Ueberschiebungslinie zu deuten. Die gemessenen Temperaturen waren 11·64 und 11·86.

Bei dem vorgenannten Kirchlein tritt man in das mittlere der drei Teilbecken, in welche sich die Flyschmulde am Nordostfuße des Mosor gliedert. Dieses Becken, das Polje von Srijani, zeigt höchst einfache morphologische Verhältnisse. Es hat die Form eines gleichschenkligen, rechtwinkligen Dreieckes mit gegen NO gekehrtem rechtem Winkel. In geringem Abstande von seiner Südwestseite streicht parallel zu dieser ein Felswall, welcher die Fortsetzung des Zuges von Nummulitenkalk im Südflügel der Flyschmulde von Dolac bildet. Ueber die Gestalt des Muldenkernes im mittleren Teilbecken läßt sich nichts feststellen, da das ganze Beckeninnere mit Eluvien bedeckt ist. Die nördliche und östliche Wand des Beckens bestehen aus gegen N und O geneigten, von Breccienbänken durchzogenen Mergelschichten und darüber geschobenem Kreidekalke. Der Stirnrand desselben zeigt infolge mehrerer tiefer Ausbuchtungen eine auffällig gelappte Form.

An der Nordseite des Beckens trifft man nicht weit ostwärts von Svi Sveti einen Bunar und oberhalb desselben ein Quellchen. Es tritt am Fuße einer Felsmasse hervor, die unten aus steil gestellten Mergeln und oben aus anscheinend ziemlich flach gelagerten Breccienkalken besteht, und ist gleich zweien weiter östlich austretenden Wässern von derselben Entstehungsart wie die Quellchen oberhalb Svi Sveti. Am rechten Winkel des Srijaner Poljes, woselbst der Ueberschiebungsrand weit gegen Osten ausgebuchtet ist und die Schubfläche in größerem Umfange bloßliegt, befinden sich in dem gegen O abdachenden Flyschgelände mehrere Quellen: Zunächst ein von Wacholdersträuchen überschattetes, mit klarem Wasser erfülltes Becken, dann ein Bunar mit Sickerwasser und ganz im Fond der Bucht, hart an der Kreidegrenze in der Nähe einiger Bäume ein größerer viereckiger Quellschacht. Die Wassertemperatur betrug hier Ende April 11·88, im vorgenannten Becken 9·22.

Am Osthange des Poljes tritt auch an mehreren Stellen Wasser aus, so nordwärts von den ersten Hütten von Srijani (Temp. 9·80) und bei denselben im Beginne eines Flyschaufrisses unter einer flach liegenden Mergelbank (Temp. 10·32) sowie südwärts davon in einem Runste (Temp. 9·72). Weiterhin folgen: ein kleines roh ummauertes Becken mit sehr klarem Wasser hinter dem Kapellchen von Srijani (Temp. 9·32), dann in einer steinernen Brunnstube die Quelle Mimum, ein tiefes Becken mit spiegelklarem Wasser, so daß man die Steinchen und den Fels am Grunde sieht (Temp. 9·16) und ein oberhalb derselben

in einem Flyschaufrisse sich sammelndes Wässerchen (Temp. 10·14). Im südöstlichen Winkel des Poljes befinden sich: ein mit Algen und höheren Wasserpflanzen erfülltes Quellbecken oberhalb des Pfarrhauses von Srijani, ein etwa 50 *m* oberhalb der Kirche aus schuttbestreutem Flysch austretender Wasserfaden, welcher den Ursprung des die Südostecke des Poljes durchfließenden Bächleins bildet und ein kleines Quellbecken neben demselben. Die — gleich den früher angeführten — um Ende April erhobenen Temperaturen dieser drei Quellchen waren: 10·12°, 9·82° und 9·78°.

Man wird nicht fehlgehen, wenn man die hier aufgezählten schwachen und unbeständigen Quellchen als Austritte von Sickerwasser auffaßt, das sich in dem mit Kalkschutt vermengten Verwitterungslehm der Flyschmergel über dem frischen Gesteine sammelt. Die nicht unbedeutenden Wärmeunterschiede können durch verschieden langes Rieseln unter verschieden mächtigen Deckschichten leicht erklärt werden. Immerhin wäre es möglich, daß die länger anhaltenden Quellchen, welche sich besonders klar und etwas kühler zeigten, zum Teil auch Wasser zutage bringen, welches aus dem aufgeschobenen Kreidekalke stammt. Wegen der Schuttbedeckung der Ueberschiebungslinie läßt sich eine solche Herkunft aber nicht erweisen. Der Umstand, daß die Oberkante der Flyschmergel auf der Ostseite der Srijaner Ebene um vieles höher liegt als der Spiegel der Cetina im Norden, würde die Möglichkeit einer Ueberfließung jener Kante nur dann ausschließen, wenn im anstoßenden Kreidekalkgebiete ein allgemeiner Zusammenhang der Kluftnetze bestünde.

Der Hangendflügel der großen, ziemlich flachen Ueberschiebung von Rudistenkalk auf Flysch am Nordostfuße des Mosor weist neben der schon erwähnten Lappung seines Stirnrandes noch eine Besonderheit auf: eine mehrfache Durchlöcherung. Eines der in ihm vorhandenen Fenster ist besonders dadurch interessant, daß in ihm neben Mergel auch Zwischenflügelreste von Alveolinen- und Nummulitenkalk bloßgelegt erscheinen. In drei anderen Fenstern treten Flyschmergel des Liegendflügels der Ueberschiebung an den Tag.

Das größte dieser Fenster befindet sich am Nordabhang des Berges Struževice oberhalb des Dorfes Radović; es stellt sich als eine ovale nischenartige Vertiefung in einem mäßig sanft gegen N abdachenden Gehänge dar. Die Süd- und Westwand werden durch ziemlich steile, einige Meter hohe Böschungen gebildet, die Ostwand steigt mehr sanft hinan. Gegen Norden, in der Neigungrichtung des Gehänges, geht der Nischenboden ohne Böschung in dieses letztere über. Die Umrandung der Nische besteht aus zerklüftetem Rudistenkalke, welcher etwa 20° gegen N einfällt. Der hintere Teil des sanft geneigten Nischenbodens ist mit Trümmern und Felsblöcken bestreut, welche von den steilen Nischenrändern stammen. Vor denselben erheben sich im vorderen Teile der Vertiefung mehrere flache kleine Kuppen aus oberflächlich verwittertem Flyschmergel. An der Südwestseite des Nischenrandes befindet sich noch eine kleine isolierte Flyschmasse, bei welcher man deutlich sieht, daß sie unter dem Rudistenkalke hervorkommt.

Unter den Kalkblöcken im inneren Teile der Nische tritt während der nassen Jahreszeit eine kleine Quelle aus, deren Abfluß nach Durchrieselung der Flyschmergel auf der Nordseite der Nische wiederum versiegt. Oberhalb der Quelle steht eine Gruppe von Pyramidenpappeln. Neben der Quelle befinden sich im Bereiche der Flyschkuppen zwei große, roh ummauerte Zisternen, deren Speisung teils durch Regenwasser, teils durch Sickerwasser erfolgt. Als Wassertemperatur ergab sich bei einer um die Frühlingsmitte vorgenommenen Messung für das Quellchen 10·58, für die östliche Zisterne 10·60, für die westliche 10·38. Es waren dies — verglichen mit zahlreichen anderen zeitlich nahe gestandenen Temperaturmessungen von Quellen derselben Gegend — mittelhohe Werte.

Die Quelle Obručina — dies ihr Name — ist in geologischer Beziehung interessant. Formell stellt sie den einfachsten Fall von Quellbildung dar: Ueberlagerung einer undurchlässigen Schichte durch zerklüftetes Gestein und Anschnitt der Grenzfläche durch die Oberfläche des Terrains. Dieses einfache Formverhältnis kommt hier aber durch eine besondere Tektonik in Verbindung mit einer ungewöhnlichen Denudationserscheinung zustande. Die Grenzfläche zwischen dem undurchlässigen und dem klüftigen Gesteine ist hier eine Ueberschiebungsfläche und die Bloßlegung derselben wird durch ein tektonisches Fenster erreicht.

Zwei andere Fenster befinden sich westlich von dem vorigen, schon nahe dem Stirnrande der Ueberschiebung. Das größere derselben ist eine rundliche Einsenkung, deren sanft gegen N geneigter Boden in einen Acker umgestaltet ist, dessen Erdreich aus verwitterten Flyschschichten besteht. Am Südwestrande dieses Ackers ist eine ganz kleine Masse von anstehendem Flyschmergel zu sehen. Auch in dieser Vertiefung tritt zur Regenzeit ein schwaches Wässerchen zutage und auch ein Bunar und eine Pyramidenpappel fehlen nicht. Das Wasser des Bunars zeigte 9·42, war also um einen Grad kühler als die westliche Zisterne von Obručina. Das kleinere Fenster befindet sich gleich nordwärts von dem vorigen und ist nur durch eine breite Felsbrücke davon getrennt. In dieser gleichfalls von einem Acker eingenommenen Vertiefung bemerkte ich keinen Wasseraustritt.

An dem Gehänge, welches sich vom Becken von Dolac gornje zum östlichen Mosorkamme hinanzieht, finden sich Quellbildungen von jener Art, wie sie am Nordhange des mittleren Mosor vorkommen. Im östlichsten Teile des Mosor trifft man an dessen Nordseite an Stelle des Rudistenkalkes Kalkbreccien an. Sie besäumen den Südwestrand der beiden Becken von Srijani und Dolac gornje und ziehen sich dann am Nordhange des Berges Pole weit hinan. Im Bereiche dieser Breccien kommt jene Art von Quellbildung im Kalkgebirge, welche im vorigen Abschnitte beschrieben wurde, zu größerer Entwicklung als im Rudistenkalke selbst.

Gleichwie an der Geländeoberfläche die durchschnittliche räumliche Ausdehnung der noch zusammenhängenden Teile der in Abtragung befindlichen Schichtbänke bei diesen Breccien viel größer ist als beim Rudistenkalke, so dürften wohl auch die tiefer liegenden Bänke dieser klastischen Gesteine eine viel weniger weitgehende Zerklüftung zeigen,

als jene des homogenen Kalkes. Es werden sich dann umfangreiche Teile einzelner Breccienbänke wie undurchlässige Schichtlagen verhalten und es wird, wenn die Anordnung der vorhandenen Klüfte eine solche ist, daß sich die wasserhaltende Wirkung mehrerer über- und hintereinander gelegener kluftloser Teile von Breccienbänken summieren kann, eine schwache Schichtquelle entstehen können. Bei meinem Besuche im Frühlinge, nach mehrtägiger regenfreier Zeit, traf ich am Gehänge ober Kremeno ein aus der Vereinigung zweier Quelladern hervorgegangenes murmelndes Bächlein an. In weitem Umkreise zeigten sich nasse Streifen auf den schrägen Gesteinsflächen und von den überhängenden Felsen tropfte Wasser ab. Der Boden war feucht und allerorts wucherten üppige, von Wasser triefende Moospolster. Die ungewöhnlich reiche Moosflora ließ erkennen, daß es sich bei dieser Wasserfülle nicht um einen bald vorübergehenden Zustand nach Regenwetter handelte.

Die Quellen in der Umgebung des Golfes von Castelli.

Die im vorigen schon wiederholt genannte Küstenzone umfaßt die nördlichen Ufergelände des Golfes der sieben Kastelle, die Gebirgsnische von Clissa und die Landzunge von Spalato. Nach Osten reicht dieses Gelände bis zum Stobrec potok; gegen West erstreckt es sich bis zum Bergrücken Vilajca oberhalb Trau und kommt so noch zu einem kleinen Teile in das westliche Nachbarblatt des Blattes Sinj—Spalato zu liegen. Die östliche Hälfte des Gebietes wird durch die Bucht von Vragnizza und das in ihrer östlichen Verlängerung gelegene Tal des Jadro in einen nördlichen und südlichen Teil geschieden. Die Hänge, welche vom Nordufer des Castellaner Golfes zum Kamm des Koziak hinansteigen, sind von vielen Wasserrissen durchfurcht, aber ohne tieferen Einschnitt. Erst in der Gebirgsnische von Clissa kommen mehrere Gräben zur Entwicklung, welche zum Jadrotale hinabziehen. Der Hauptteil der Landzunge von Spalato ist ein flacher, fast ungegliederter Rücken, nur das Endstück der Halbinsel, der Monte Marjan ein steil aufragender Felskamm. In diesem Abschnitte kommt von der Landzunge von Spalato nur die zum Castellaner Golf abdachende Nordseite zur Besprechung. Den Kamm des M. Marjan bauen Alveolinen- und Nummulitenkalke auf, das übrige Gebiet fällt bis auf seine von Mergelschiefern des Opor erfüllte Nordwestecke der Flyschformation zu. Der Spalatiner Flysch besteht aus Mergelschichten von nicht sehr wechselnder Beschaffenheit und vielen Kalkeinlagen von höchst mannigfaltiger lithologischer Ausbildung. Unter den Quellen der Küstenzone kommen so zunächst Schichtquellen in Betracht, die bei der großen Fülle tektonischer Kleinformen, welche der reiche Faltenwurf der Flyschschichten bedingt, sehr verschiedene Strukturformen aufweisen. Die Anhäufung von Gebirgsschutt an der felsigen Umrahmung des Flyschgeländes und die Entwicklung eluvialer Schuttdecken innerhalb desselben führt zur Bildung von Schuttquellen. Die wichtigste, wenn auch nur durch zwei Glieder vertretene Gruppe von Quellen sind aber im Küstengebiete die großen Karstquellen, welche das im Kalkgebirge hinter der

Flyschvorlage sich sammelnde Kluftwasser zutage bringen. An letzter Stelle sind die Grundwasserquellen an den aus Strandgeröllen bestehenden Uferstrecken zu erwähnen.

Am Fuße des nahe an das Meer herantretenden Frontabfalles des Bergrückens oberhalb Trau entspringt bei der Trogirska mulina eine mächtige Quelle. Das Wasser tritt an jener Stelle aus, wo die gegen Ost geneigte Oberkante der Mergelvorlage des Kalkgebirges den Meeresspiegel erreicht. In der Ueberschiebungszone ist hier ein großer Zwischenflügelrest hervorgepreßt, in welchem Nummuliten-, Alveolinen- und Miliolidenkalk in inverser Lagerung sichtbar sind, so daß man von einer Umwandlung des Profiles in Ueberfaltung sprechen kann. An der besagten Stelle zeigt sich ein zur Schaffung des für die Mühle nötigen Gefälles künstlich gestauter Quellteich, dessen Abwasser durch stark versumpftes Schwemmland dem nahen Meere zufließt. Die Rückwand des Quellteiches wird durch eine felsige Böschung von Knollenkalk gebildet, aus deren Spalten Wasser austritt, um die aus dem Grunde des Quellteiches aufsteigenden Wassermassen zu verstärken. Im Schwemmlande vor dem Quelltümpel tritt auch noch Wasser zutage; zur Hauptregenzeit bricht es auch seitlich von jenem Tümpel an mehreren Stellen aus. Die Quelle bei der Trogirsker Mühle ist die westlichste der großen Karstquellen an der mitteldalmatischen Küste. Ihr Ursprung genau an der Stelle, wo der Flyschmergel endet und der Kalk den Gebirgsfuß erreicht, läßt eine wasserstauende Wirkung dieser Mergelvorlage klar erkennen. Für die Annahme, daß sich in den Tiefen des Vilajcarückens in allseits verzweigten Kluftnetzen ein zusammenhängendes Kluftwasser ausbreite und man bei tiefer Durchbohrung der dem Südrande jenes Rückens folgenden Mergelschichten an jeder beliebigen Stelle große Wassermassen anzapfen könnte, wäre jener Ursprung aber noch kein ausreichender Beweis. Die Quelle bei Trogirska mulina ist nur im Winter süß und nimmt bei starker Abnahme der Wassermenge gegen den Spätsommer hin einen salzigen Geschmack an. Ihre Temperatur betrug bei einer Messung in der zweiten Aprilhälfte 13·08° und bei einer Messung gegen Ende Juni desselben Jahres 13·86°.

In der Umgebung des südöstlich von dieser Quelle an der Küste einsam stehenden Hauses Mrte befinden sich zwei Quelltümpel; der eine führt erdig, aber nicht salzig schmeckendes Wasser und trocknet im Sommer völlig aus, der andere hat süßes Wasser und soll auch in der wärmeren Jahreszeit nicht ganz versiegen. Eine Viertelstunde ostwärts von dem Hause Mrte mündet dicht neben der Punta Taršce, in deren Nähe im Meere eine Süßwasserquelle aufbrechen soll, ein Geröllbett, das sich landeinwärts etwa 1·5 *km* weit verfolgen läßt und mit einigen verschlammten Speilöchern beginnt. Das Wasser soll hier in der nassen Jahreszeit zunächst bei Bora, wenn das Meer zurücktritt, trüb und süßlich schmeckend und dann bei Scirocco und anschwellendem Meeresspiegel salzig hervorbrechen. Sein Erscheinen soll sich schon einige Stunden vorher durch ein murmelndes Geräusch ankündigen. Diese Speilöcher liegen unweit jener Stelle, wo der Rücken der Vilajca am weitesten gegen Ost vorspringt. Dicht vor diesem Geländesporne verliert sich eine meist

trocken liegende Talrinne, die sich längs des Nordostfußes der Vilajca weit landeinwärts fortsetzt und aus der Vereinigung von mehreren, am Osthange der Labisnica entstehenden Gräben hervorgeht. Nahe ostwärts vom Endstücke dieser Rinne befindet sich beim Kirchlein Santa Marta ein Brunnen, welcher das in den Deckschichten der Flyschunterlage sich sammelnde Wasser der Umgebung liefert. Meerwärts von diesem Brunnen tritt noch an drei Stellen solches Wasser in kleinen Tümpeln an den Tag.

Etwa 1·5 *km* nordostwärts von der Punta Taršce ergießt sich der Reznikbach in das Meer. Er führt das Abwasser zweier Quellen, welche am Nordfuße des im flachen Ufergelände isoliert aufragenden St. Bartholomäushügels entspringen. 1·5 *km* ostnordostwärts von jenem Bache erreicht bei Castel Papalio der Abfluß der Ricivicaquellen das Meeresufer. Diese Quellen entspringen gleich den vorigen aus einer an Einschaltungen von Breccienkalken reichen Flyschzone. Von diesen Quellen liegen mir nur im Oktober angestellte Messungen vor, welche naturgemäß hohe Temperaturen ergaben. Das Hauptbecken zeigte an seinem Ausflusse 15·26°, die schwache oberste Quelle 16·88°. Nahe der Mündung des Ricivicabaches trifft man in der Zone der Strandgerölle zwei Grundwasserquellen. Die linkerseits des Baches liegende ist in einen tiefen Schacht, die rechts von ihm befindliche in einem kleinen ummauerten Becken gefaßt. Letztere zeigte im Herbste 15·75°. Schon im Flyschgelände liegt etwas weiter ostwärts an der Straße die schöne Quelle Kraljevo. (Temp. im Juni 14·49.)

Ziemlich reich an Schutt- und Stauquellen sind die unteren Teile des Gehänges, das sich hinter dem sanft ansteigenden Rebengelände der westlichen Kastelle zur flachen Einsattlung der Küstenkette zwischen dem Opor und Koziak hinanzieht. Einige dieser Quellen, so jene in den Gräben ober Kuzmaničtor, fallen noch in den Bereich der Opormergel, die übrigen, darunter mehrere in der Umgebung der Kapelle Gospa Stomotja und eine ungefaßte und eine gefaßte Quelle in der Nähe der Eisenbahnstation von Castel vecchio gehören der Flyschformation an. Bemerkenswert ist ein schöner Quellbrunnen an der vielbegangenen Gebirgsstraße, welche über den Malačkasattel in die Zagorje hinüberführt. Das gegen den hohen Kamm des Koziak ansteigende Hinterland der mittleren und östlichen Kastelle ist dagegen an Quellen arm. Im Flyschgebiete findet hier vorwiegend obertägige Entwässerung durch ein reich entwickeltes Netz von Einrissen statt. Auf der wenig mehr als 6 *km* langen Uferstrecke von Castel vecchio bis Castel Sucurac zählt man allein an siebzehn größere Wasserrisse, die mit ihren letzten Verästelungen mehr oder weniger weit in den Gebirgsabhang einschneiden, wozu noch eine Anzahl kürzerer, auf Küstennähe beschränkter natürlicher Abzugsrinnen kommt.

Im Gegensatz dazu entbehrt der oberhalb des Kastellaner Flyschgeländes zu Füßen der Gipfelmauer des Koziak hinziehende Schutthang ganz der Wasserrisse. Trotzdem ist seine untere Grenze auch kein Quellenhorizont. Das Anstehende unter dem breiten Schuttsaume der Gipfelwände des Koziak und Golo Brdo scheint zum großen Teil aus Kalken zu bestehen, und soweit die in die Trümmerhalden eindringenden Niederschläge auf Flyschboden gelangen, treten

sie allmählich und ohne sich zu größeren Quellsträngen zu sammeln in die Anfänge der früher genannten Wasserrisse ein. Von Strandquellen am Nordufer des Golfes von Castelli seien jene bei Castell Cambio und bei Castell Abadessa erwähnt.

Mit Quellen besser ausgestattet ist die Gebirgsbucht von Clissa, welche sich zwischen den Golo Brdo und den Westhang des Mosor einschiebt und durch den Kamm der Marčesina Greda gegen Nord abgeschlossen wird. Ihre Entwässerung erfolgt durch drei dem Jadro zufließende Rinnsale, den Rapotina-, Kamenica- und Zavlicbach. Der erstere kommt aus der Westnische der Gebirgsbucht und nimmt im Blaca Polje am Nordfuße des Golo Brdo seinen Ursprung. Er entwickelt sich dort aus den auf dem Knollenmergel des Poljenbodens sich sammelnden Niederschlägen und verstärkt sich durch Zuflüsse aus dem Flyschgebiete. Am durch kleine Schollensenkungen zerstückten Osthange des Golo Brdo befindet sich oberhalb des Knies der Bergstraße nach Clissa bei drei Bäumchen eine roh ummauerte Quellacke in grobem Schuttboden. Sie zeigte bei einer Messung im Herbste 15·62, im darauffolgenden Frühjahre 14·54, und wies somit eine sehr geringe Wärmeschwankung auf, was auf ein tiefliegendes Ursprungsgebiet hinweist. Sie scheint aus der Verwerfung zwischen Flyschmergel und einem abgesunkenen Klotze des überschobenen Kreidekalkes hervorzukommen. Gleich oberhalb des Wirtshauses am Straßenknie befindet sich ein schöner Quellbrunnen, welcher fast dieselbe Temperatur wie die vorige Quelle zeigte. Nahe ostwärts von jenem Knie tritt oberhalb der Straße ein Quellchen aus.

Weiter ostwärts quert die Straße zwei sich vereinigende Rinnen, in deren Anfängen je ein Wässerchen entspringt. Das stärkere zeigte bei einer Herbstmessung 15·40°. Hoch oberhalb der Straße befindet sich unweit der Hütten von Mestrović die höchstgelegene Quelle der Gegend. Sie zeigte im Oktober eine etwas höhere Wärme als die gleichfalls gegen SW exponierte vorige Quelle, was auf einen längeren Weg unter oberflächlichem Schutte hinweist. Am Südhange der Marčesina greda entspringt ebenfalls in der den Fuß der Gipfelwand besäumenden Schuttzone eine Quelle, die jetzt den Wasserbedarf der Eisenbahnstation von Clissa deckt. Diese Quelle zeigte kurz vor ihrer Fassung im Herbste 15·56°, im Frühlinge 13·24°. Eine Jahresschwankung von wenig mehr als zwei Grad ist immerhin noch gering genug, um die Annahme zu rechtfertigen, daß man es nicht mit einer Schuttquelle, sondern mit einer durch Gehängeschutt maskierten Ueberfallquelle an der Grenze verschieden durchlässiger Glieder der Flyschformation zu tun hat. Bei der Ortschaft Clissa befindet sich eine Quelle, die in einem tiefen Brunnenschacht gefaßt ist, den ein Gewölbe von Lindenblattform überdacht. Dieser Brunnen liegt in der westlichen der zwei tiefen Scharten, die in den aus saiger stehenden Konglomeraten aufgebauten Felsriff von Clissa eingekerbt sind. Die östliche Scharte wird von einem Rinnsale durchquert, das sich am Südosthang der Marčesina greda bildet und die Hauptader des schon früher genannten Zavlic potok darstellt. In der nassen Jahreszeit sieht man hier in der Felsenge einen kleinen Wasserfall über ausgehöhlte und geglättete Wände stürzen, im Sommer ist das Bächlein versiegt.

Eine Viertelstunde nordostwärts von diesem Engpasse befindet sich an der Bergstraße ober Clissa beim Wirtshause Glavina ein Brunnen, der sein Wasser von der Ostseite der Marćesina greda empfängt. Im Frühlinge sah ich hier öfter einen kräftigen Wasserstrahl, im Spätsommer nur ein Tröpfeln.

Am linksseitigen Hange des vom Zavlicbach durchrauschten Grabens trifft man eine schöne Quelle unweit südlich von den Hütten von Perić. Sie ist gegen SW exponiert und kommt als Ueberfallquelle aus sanft gegen NO fallenden Flyschschichten hervor. Als reichste und nachhaltigste Quelle auf der Ostseite der Gebirgsbucht von Clissa ist sie in eine Brunnstube gefaßt und zur Wasserversorgung der umliegenden Hüttengruppen dienend. In der Mehrzahl der Aeste des Zavlićgrabens sieht man ein allmäliches Anschwellen von Sickerwässern zu schwachen Bächlein, aber keine nennenswerten Quellen. Im Endstücke des Hauptrinnsales ist unter einer 25° NNO fallenden Konglomeratbank ein schwaches Quellchen zu bemerken, das wegen seiner tiefen Lage für eine Bestimmung der Abnahme der Quellentemperatur mit der Höhe in der Gebirgsbucht von Clissa von Bedeutung wäre, aber vielleicht nur versiegtes Bachwasser wieder zutage bringt.

Die an ihm gemessenen Temperaturen waren:

Oktober 1902 . . 15·98°, April 1903 . . 14·62°, Oktober 1903 . . 16·44°.

Die berühmte Jadroquelle entspringt im Grunde einer von hohen Wänden umrahmten Felsnische am Fuße des am meisten gegen W vortretenden Gebirgsspornes des Mosor. Das die Nischenwände bildende Gestein ist ein sehr fester Breccienkalk aus Bruchstücken von weißem Rudistenkalke und lichtgrauen eocänen Kalken. Außerhalb der Quellnische durchbricht der Jadro schief zum Schichtstreichen den Flyschsattel nördlich von der Mulde von Salona, um dann im Bereich des Kernes dieser Mulde in den Salonitaner Golf zu münden. Der Flußspiegel erfährt hierbei eine Senkung um etwa 20 *m*. Der Jadroursprung zählt somit nicht zu jenen Küstenquellen, für deren Höhenlage nur das Niveau des zur Quelle führenden Höhlenflusses maßgebend ist. Bei der Jadroquelle kommt auch die wasserstauende Wirkung einer undurchlässigen Mergelvorlage in Betracht. Zufolge seiner Formverhältnisse gehört der Jadroursprung zu jenen Karstquellen, bei denen sich Veränderungen der Wassermenge nur in Schwankungen des Quellspiegels äußern können. Er tritt hierdurch in Gegensatz zu seinem östlichen Nachbar, dem Ursprung des Stobrecbaches, welcher bei wechselndem Wasserstande seine Austrittsstelle verschiebt. Die Spiegelschwankungen der Jadropuelle dürften einige Meter nicht übersteigen, sie bringen aber doch schon einen auffälligen Wechsel des Quellbildes mit sich, indem im Spätsommer mehrere mit ausgedorrten Moosrasen überzogene Blöcke sichtbar werden, die im Winter und Frühlinge überflutet sind. Groß ist der jahreszeitliche Unterschied in der Art, wie sich der Wasseraustritt vollzieht. Im Winter ein Hervorschießen mit Wucht unter lebhaftem Rauschen, im Hochsommer ein stilles Hervorquellen.

Ueber die Temperatur der Jadroquelle liegen mir vier Messungen vor:

1. Oktober 1902 . . . 12·81°	3. Oktober 1903 . . . 13·21°
5. April 1903 . . . . . 12·90°	23. Juni 1905 . . . . . 13·08°

Die Quelle scheint so nur sehr geringen Wärmewechseln unterworfen zu sein und es scheinen — wie sich dies auch noch bei anderen Quellen unseres Gebietes zeigte — die periodischen Wärmeänderungen kleiner zu sein als wie die aperiodischen. Das Nährgebiet der Jadroquelle ist wohl zunächst der Westmosor und das ihm nord- und nordostwärts vorliegende Gelände. Den Mittelmosor wird man als Einzugsgebiet der Stobrecquelle anzusehen haben. Besonderes Interesse knüpft sich an die Frage, ob der Jadro auch Cetinawasser führt. Es könnte sich hierbei um keinesfalls große Wassermengen handeln, welche die Cetina in ihrem bei Bisko beschriebenen Bogen vielleicht verliert, obschon dort keine sichtbaren Zeichen einer Abnahme ihrer Wassermenge vorhanden sind. Da die kleinen Vorkommen von Hornsteinkalken zwischen dem Zuge dieses Kalkes bei Novasela und den Zügen bei Prugovo vermuten lassen, daß das Liegende des Rudistenkalkes im nordöstlichen Vorlande des Mosor nicht Dolomit, sondern Hornsteinkalk sei, erscheint die Möglichkeit einer Kluftverbindung zwischen dem Cetinatal bei Bisko und dem Jadrotal gegeben. An einen von der Cetina zur Jadroquelle führenden Höhlengang wird man aber wohl kaum denken. Die Entfernung beider Örtlichkeiten beträgt 15 *km*, der Höhenunterschied 240 *m*. Als Mittel zur Beantwortung der Frage, ob in der Tat eine Verbindung da ist, kämen zunächst Färbeversuche mit noch in Spuren nachweisbaren Stoffen in Betracht, wogegen weniger empfindliche Methoden der Feststellung hydrographischer Zusammenhänge wohl versagen würden, da die fragliche Eingangspforte nicht ein Ponor, sondern ein vermutlich unvollständig abgedichtetes Flußbett ist. Bei einer vergleichenden Prüfung der Flußsedimente würde der mikroskopische Nachweis von Silikaten im Jadroschlamme zu einer Bejahung der gestellten Frage nicht genügen, da nach den Untersuchungen von Tučan solche Einschlüsse auch in den Kalken und Dolomiten des Karstes selbst vorkommen.

Man müßte kleine Partikeln von Werfener Schiefer und zersetztem Diabas auffinden und es hätte dies nahe der Jadroquelle zu geschehen, da die im Jadrotale errichtete Zementfabrik Gips aus Sinj bezieht und mit diesem auch Stückchen anderer triadischer Gesteine der Sinjaner Gegend in das Jadrobett verschleppt werden könnten. Einen Anhaltspunkt dafür, wie sich die mineralogische Zusammensetzung einer ganz aus Kalken, wie sie das Hinterland des Jadro bilden, kommenden Karstquelle gestaltet, würde die Prüfung des Schlammes der Quelle bei der Trogirska mulina ergeben. Für den Stobrec potok wäre dagegen die Möglichkeit einer Verbindung mit der Cetina auch nicht von vornherein auszuschließen. Von Bedeutung für die angeregte Frage wäre eine fortgesetzte genaue Messung der sekundlichen Abflußmenge des Jadro und eine genaue fortlaufende Registrierung der Niederschlagsmengen auf mehreren Regenstationen im Gebiete zwischen der oberen Cetina und dem Jadrotale. Im Sommer pflegt es manchmal zu geschehen, daß in der Ebene von Ervace oder im östlichen Sinjsko polje lokale, aber sehr heftige Gewitterregen nieder-

gehen, während in der Mulde von Dicmo, im nördlichen Vorlande des Mosor und auf diesem selbst kein Regen fällt. Würde in einem solchen Falle, der die Cetina vorübergehend anschwellen läßt, noch vor dem Eintritte eines neuen Niederschlages in den eben genannten Gegenden der Jadro eine meßbare Zunahme seiner Wassermenge zeigen, so könnte diese nur auf einen Zufluß von der Cetina her bezogen werden. Die Jadroquelle dient bekanntlich schon seit langem zur Wasserversorgung von Spalato und es sind, wie bekannt, auch Reste einer antiken Wasserleitung vorhanden.

Auf der linken Seite des Jadrotales findet sich nur eine Quelle von Bedeutung. Sie entspringt nahe der Grenze der klüftigen Kalkschichten im Liegenden jenes Flyschzuges, der den Riff von Breccienkalken unterteuft, die im Jadrotale die Klippenkette der mittleren Flyschzone vertreten. Sie stellt sich so, da hier die Schichten gegen das Tal zu fallen, als Rückstauquelle dar. Die gemessenen Temperaturen waren:

Oktober 1902 . 16·80°, April 1903 . 14·32°, Oktober 1903 . 16·48°.

Hier erreichte demnach die periodische Wärmeschwankung eines Jahres einen viel größeren Betrag als die Differenz zwischen den in zwei aufeinander folgenden Jahrgängen zur selben Zeit gemessenen Temperaturen. Diese den Bewohnern von Mravince das Trinkwasser spendende Quelle befindet sich in einer gewölbten Mauernische und ein antiker Sarkophag dient hier als Brunnentrog. Im Frühlinge sprudelt das Wasser aus einer Steinrinne in kräftigem Strahle hervor, in trockenen Spätsommern läuft es nur an der Unterseite der Rinne auf die Rückwand des Troges ab. Im Flyschgelände am Südufer der Bucht von Vragnizza sind keine nennenswerten Quellbildungen vorhanden, dagegen wird von Wasseraustritten an der aus klüftigem Kalk bestehenden Nordküste des Monte Marjan berichtet.

Die Quellen an der Küste von Spalato.

Der Monte Marjan besteht aus einem durch Längsbrüche zerstückten Gewölbe von mitteleocänen Kalken, das die Nordflanke und den First des Berges aufbaut und aus einer sich anschließenden Flyschmulde, welche die südlichen Bergabhänge formt. Der Flyschzug bricht schon 1 *km* ostwärts von der Stelle, wo der Grat des Marjan mit dem St. Georgs Kap ins Meer hinabtaucht, quer ab. Der so gebildete einspringende Winkel zwischen dem (abzüglich eines schmalen Streifens) seiner Flyschvorlage beraubten Weststücke des Berggrates und dem Abbruche der Flyschmulde ist die stille Bucht von Kašion.

Der Flyschkomplex im Hangenden des einen Kern von Alveolinenkalk umhüllenden Hornsteinkalkes des Monte Marjan baut sich aus einer unteren Lage von Nummulitenbreccienkalken, einer mittleren Mergelzone und aus oberen Breccienkalken auf. Letztere blieben nur neben der Bucht von Kašion von der Denudation bewahrt und bilden dort, muldenförmig gelagert und ringsum frei ausstreichend, einen sich in zwei Stockwerken erhebenden kleinen Hügel. An der Nord-

flanke desselben fallen die dicken Breccienbänke im Osten bis zu 40° steil gegen S, im Westen weniger steil gegen SSW; an der Südseite des Hügels sind sie im Osten fast schwebend gelagert, im Westen schwach gegen N geneigt. Die Muldenachse zeigt eine schwache Senkung gegen West und an ihrem Ausstriche in dieser Richtung, bzw. am tiefsten Punkte der Umrandung der Mergelschichtfläche, auf welcher die Breccienbänke wie auf einer flachen Schale ruhen, tritt ein Quellchen aus. Gleich südwärts von demselben sind die liegenden Flyschmergel mit Kalksandsteinbänkchen, 25° N fallend, aufgeschlossen; Gleich nordwärts sieht man die hangende, 3 *m* mächtige Bank von Breccienkalk mit ebensolcher Neigung gegen S verflächen.

Hier böte sich Gelegenheit, das Verhältnis zwischen Niederschlag und Abfluß genau zu untersuchen. Das oft nicht scharf umgrenzbare Sammelgebiet ließe sich bei diesem Quellchen so exakt wie der Flächeninhalt eines Grundstückes bestimmen. Die meist nur im rohen Durchschnitte gewinnbare mittlere Regenhöhe könnte hier bei der räumlichen Beschränkung des Areals etwa schon durch die Angaben von bloß dreien im westlichen, mittleren und östlichen Teile der Hügelkuppe aufzustellenden Ombrometern wahrheitsgetreu erhalten werden. Wasserverluste in die Tiefe sind bei der Beschaffenheit der die Einsickerungen auffangenden Schichtfläche völlig unwahrscheinlich, wenn auch nicht ganz ausgeschlossen. Eher könnte es sein, daß bei der zum Teil fast horizontalen Lage dieser Auffangfläche nach starken Güssen eine Ueberrieselung ihres Randes an verschiedenen Stellen geschähe, was sich indessen dann leicht feststellen ließe.

Ostwärts vom Quellhügel ober der Bucht von Kašion sind — wie erwähnt — die oberen Breccienkalke schon entfernt und die Flyschmergel völlig bloßgelegt. Hier kommt es so zu vorzugsweise obertägiger Entwässerung; man zählt im ganzen sieben Wasserrisse an dem vom Meeresufer zu den Gratwänden des Monte Marjan mäßig steil ansteigenden Gehänge.

Am Ostfuße des Berges entspringen mehrere Quellen, die durch ihre hohe Mineralisation und erhöhte Temperatur eine Sonderstellung einnehmen und ein mehr als gewöhnliches Interesse beanspruchen. Es sind die berühmten Schwefelquellen von Spalato. Man hat zwei Austrittsorte zu unterscheiden. Im steil gestellten Nordflügel der Flyschmulde des Marjan besteht die untere kalkige Schichtgruppe aus drei durch schmale Mergelbänder getrennten Zügen von Breccien- und Knollenkalk. Sie streichen nacheinander auf der Westseite des Spalatiner Hafens aus, und zwar so, daß der nördlichste, dem Hornsteinkalk des Monte Marjan direkt angelehnte Zug am weitesten gegen Osten reicht. Er endet obertags bei dem Franziskanerkloster und ist bis knapp vor seinem Ende als Felsmauer verfolgbar.

Aus diesem Gesteinszuge tritt die schwächere Schwefelquelle an zwei Stellen aus. Die eine befindet sich gleich westlich vom genannten Kloster an der Uferstraße. Das Wasser quillt hier unter einer kleinen in der Straßenfront gelegenen Felswand hervor und ergießt sich in ein ummauertes Becken, aus dem es in das nahe Meer abfließt. Die andere Stelle liegt im Kellerraume des Klosters. Hier kommt das Wasser aus der Seitenwand eines in den Fels eingelassenen

Quellschachtes hervor. In der Nachbarschaft desselben sollen noch mehrere, jetzt verschüttete Austrittsstellen vorhanden gewesen sein.

Der Hornsteinkalk des Monte Marjan erstreckt sich von der Ostflanke des Berges noch in das Stadtgebiet von Spalato hinein. Seine östliche Grenze wird durch die flache Einsenkung bezeichnet, welche das Stadtgebiet in Nord-Süd-Richtung durchquert. Das jenseits dieser Senke wieder sanft ansteigende Gelände gehört schon den die Falte des Marjan umhüllenden Flyschschichten an. Die Stelle, wo hier der Hornsteinkalk am meisten gegen Ost vortritt, ist der Austrittsort der größeren Schwefelquelle, über welcher eine Badeanstalt erbaut wurde. Diese Quelle soll in 24 Stunden zwei Millionen Liter liefern, was einer Menge von 23 Sekundenlitern entsprechen würde. Die Quelle im Klosterkeller dürfte 1—2, die Quelle an der Uferstraße etwa 3 Sekundenliter liefern. Die Temperatur der Quelle in der Badeanstalt beträgt 25·5°, jene der Quelle beim Kloster 20·0°. Nimmt man die mittlere Jahrestemperatur der Luft in Spalato zu 15·7°, die Tiefenlage der Fläche der indifferenten Temperatur zu 25 *m* und die normale geothermische Tiefenstufe für gut leitenden Kalk zu 28 *m* an, so ergibt sich hieraus als Tiefe, aus der die starke Schwefelquelle empordringt, 300 *m*, als Tiefe, aus der die schwache Quelle kommt, 145 *m*. Diese Werte gelten aber nur für den Fall, daß beide Quellen keinen Zufluß kühlerer Wässer nahe der Oberfläche erhalten. Ist letzteres der Fall, so wären etwas größere Ursprungstiefen anzunehmen.

Obschon die Gesamtmenge der auf den Kalkboden der Nordflanke des Monte Marjan fallenden Niederschläge ausreichen könnte, um die Quellen von Spalato zu speisen, so wird man doch, da ein Teil dieser Wässer durch Verdunstung verloren geht und ein anderer Teil seinen Weg gegen W und N zum Meere nimmt, dem Wasser der Spalatiner Quellen zum Teil eine Herkunft aus größerer Ferne, aus dem Hinterlande des Golfes von Castelli zuschreiben müssen. Die Spaltensysteme jenes Gebietes stehen unter dem Flyschboden des Golfes von Castelli wohl mit den Klüften des Monte Marjan in teilweisem Zusammenhange. Sie haben aber wahrscheinlich auch Verbindungen mit jenen Kluftsystemen, welche in den kalkigen Einlagerungen der Flyschformation vorhanden sind und sich zum Teil unterseeisch öffnen. Die subterrane Wasserbewegung in der Spalatiner Küstenregion vollzieht sich nun wohl so, daß die sich in der östlichen Zagorje sammelnden Wässer, da ihnen durch die Flyschvorlage von Castelli ein Austritt als große Küstenquellen versperrt bleibt, hinter die Flyschvorlage hinabsinken und dann zum Teil unter dem Flyschboden des Golfes von Castelli bis zum Monte Marjan gelangen und sich auf diesem Wege mit Meergrundwasser mischen. Der Wasseraustritt findet dann an den tiefsten Stellen der östlichen Umrandung des Monte Marjan statt. Ein Teil der aus der östlichen Zagorje dem Meere zustrebenden Wässer tritt aber schon durch Spalten am Grunde des Golfes von Castelli aus.

Was den Gehalt der Spalatiner Quellen an freiem Schwefelwasserstoffe betrifft, so war schon August Vierthaler, welcher eine chemische Analyse dieser Quellen und des Meerwassers bei Spalato vornahm, der Ansicht, daß eine Zersetzung von Meerwassersulfaten durch

vegetabilische Organismen stattfinde. Die Untersuchung zeigte, daß schwefelsaures Kalzium im Meerwasser bei Spalato in viel größerer Menge als in der Klosterquelle und daß es in der Badequelle gar nicht vorhanden sei. Dem Schlamme am Meeresboden westlich von Salona ist pflanzlicher Detritus, der aus den sumpfigen Ufern des Jadro stammt, und Detritus von abgestorbenen Meeresalgen beigemischt. Aber auch im felsigen Untergrunde des Golfes von Castelli dürften organische Substanzen in geringer Menge und feinster Verteilung enthalten sein. Es wurden in der Gegend von Clissa Kohlenschmitzen und beim Bahnbaue in der Gegend südöstlich von jenem Orte fossile Blattreste gefunden.

Vierthaler war jedoch der Meinung, daß Meerwassersulfate nicht die einzigen Lieferanten für den Schwefelwasserstoffgehalt der Spalatiner Quellen bilden könnten und daß noch auf ein Lager von Gips oder Kiesen als Ursprungsort des Schwefels zu schließen sei. Die letztere Annahme wäre nicht begründbar. Die in Kalksteinen Dalmatiens gelegentlich eingesprengt vorkommenden Pyritkriställchen sind selbst sekundäre Bildungen, erzeugt durch ein Zusammentreffen schon vorhandener Sulfatlösungen mit Eisensalzen und organischen Substanzen. Ein geringer primärer Eisensulfidgehalt der dalmatischen Diabase würde gegenüber anderen weit näher liegenden Ursprungsstätten des Schwefels der Spalatiner Quellen sehr in den Hintergrund treten. Was eine Herkunft dieses Stoffes aus Gipslagern betrifft, so ist kaum zu zweifeln, daß die Vorkommen von gipsführenden Rauhwacken in den innerdalmatischen Spaltentälern nur die durch Aufbruch und Abtragung bloßgelegten Teile eines unter den mesozoischen Schichten allgemein verbreiteten geologischen Horizontes seien. In der östlichen Zagorje, südwärts von der Mućer Ueberschiebung dürften aber die oberpermischen Rauhwacken in großer Tiefe liegen, zudem wäre anzunehmen, daß sie von undurchlässigen unteren Werfener Schiefern bedeckt sind. Von der Gegend von Muć erscheint aber der südliche Teil der östlichen Zagorje durch den Dolomitsattel von Brstanovo getrennt. Ein Zutritt gipsführender Wässer zu den mutmaßlich im Hinterlande von Castelli liegenden Wurzelgeflechten der Spalatiner Quellen ist darum nicht wahrscheinlich.

Was den Gehalt der Spalatiner Schwefelquellen an verschiedenen Salzen anbelangt, so liegt es auch näher, diesen zum großen Teil aus dem benachbarten Meere abzuleiten, anstatt aus den in größerer Entfernung und in größerer Tiefe vorhandenen marinen Sedimentgesteinen. Würde die Mineralisation dieser Quellen hauptsächlich durch Auslaugung der Gesteinsschichten der Umgebung und des Untergrundes bedingt sein, so würde man einen hohen Gehalt an Kalkbikarbonat erwarten. Der Kalkgehalt der Spalatiner Quellen ist aber sehr gering. Dagegen weisen sowohl die Bade- als auch die Klosterquelle einen hohen Gehalt an Chlornatrium auf. Dieses Chlorid übertrifft alle anderen mineralischen Bestandteile sehr an Menge und sein prozentischer Anteil an der Gesamtmenge der fixen Bestandteile ist jenem im Meerwasser bei Spalato ähnlich. Den Kochsalzgehalt der Spalatiner Quellen aus den in den Tiefen des Hinterlandes ruhenden unteren Triasschichten abzuleiten,

wäre bei der Spärlichkeit der Argumente, welche sich für eine Salzführung der dalmatischen Werfener Schiefer vorbringen lassen, sehr hypothetisch. Auch dürften diese Schiefer in den Tiefen der Zagorje von mehreren wenig durchlässigen Dolomithorizonten überlagert sein. Auch Chlormagnesium ist in den Schwefelquellen von Spalato reichlich enthalten und wieder ist sein prozentischer Anteil an der Gesamtmenge der Mineralsubstanzen jenem im benachbarten Meerwasser ähnlich. Daß der von Vierthaler mitgeteilte Chlornatrium- und Chlormagnesiumgehalt des Meerwassers an der Küste von Spalato vom normalen abweicht, rührt aber nicht daher, daß dieses Meerwasser durch die ihm zufließenden Abwässer der Schwefelquellen in seiner Zusammensetzung merklich verändert würde, sondern davon her, daß der genannte Forscher die bei der Analyse gefundenen Basen und Säuren in anderer als der bei Meerwasseranalysen gebräuchlichen Weise zu Salzen vereinigt hat.

Von den Unterschieden, die bezüglich der Zusammensetzung zwischen dem Meerwasser und den Quellen von Spalato bestehen, ist jener im Jodgehalte sehr auffallend. Jod wurde in der Badequelle in bemerkenswerter Menge, in der Klosterquelle aber nur in minimaler Menge und im Meerwasser bei Spalato gar nicht nachgewiesen. Letzterer Umstand ist sonderbar, da zu den Bestandteilen der Algenflora der dalmatischen Küsten auch Fucoiden gehören, welche ihren Jodgehalt aus dem Meerwasser beziehen. Ob der Jodgehalt der Badequelle aus den Flyschmergeln stammt, bleibt ungewiß, solange in diesen Gesteinen Jod nicht wenigstens in Spuren nachgewiesen wird. Während aus dem nordalpinen Flysch sichere Fucoiden bekannt geworden sind, wurden in Dalmatien Fucoidenreste bisher nur in den Mergeln des Monte Promina, aber nicht in den Flyschschichten der Gegend von Spalato gefunden. Es wäre deswegen aber doch denkbar, daß an den Ufern des dalmatischen Flyschmeeres Blasentange oder andere Organismen, welche dem Meerwasser Jod entziehen, gelebt hätten. Die Möglichkeit, daß sich der Jodgehalt von Meerespflanzen in den Gesteinen konserviert hätte, erscheint insofern vorhanden, als eine von Sigwart vorgenommene Untersuchung der an zerstörten Organismen reichen bituminösen Liasschiefer von Württemberg, aus welchen jodhaltige Schwefelquellen entspringen, einen Jodgehalt ergab. Brom, welches in der Badequelle in geringer, in der Klosterquelle in noch geringerer Menge nachgewiesen wurde, fand sich dagegen auch bei der Analyse des Meerwassers bei Spalato und zwar fast in derselben Menge wie in der erstgenannten Quelle.

Die Summe der fixen Bestandteile ist nach Vierthaler in beiden Quellen fast genau dieselbe (30·80 und 30·65), auch die spezifischen Gewichte weichen wenig von einander ab. (1·02383 und 1·02295.) Die Klosterquelle ist reicher an Chloriden, besonders an jenen beiden Chlorverbindungen, welche eine Aehnlichkeit mit der Zusammensetzung des Meerwassers bedingen. Der Gehalt an freiem Schwefelwasserstoff ist in der Badequelle mehr als doppelt so groß als in der Klosterquelle. Es weist dies im Vereine mit dem Fehlen des in der letzteren gefundenen Kalziumsulfates darauf hin, daß die Reduktionsvorgänge unter der Badequelle energischer von statten gehen.

Bezüglich dieser Quelle findet sich bei Vierthaler die Bemerkung, daß sie die Erscheinung des Versiegens nach anhaltendem Regenwetter zeige. Zur Erklärung dieses Phänomens müßte man annehmen, daß sich durch sehr reichliche atmosphärische Niederschläge in den oberen Bodenlagen eine mächtige Süßwasserschicht ansammle, welche dem von unten kommenden Mineralwasser den Austritt nach oben sehr erschwert und es seitlich abdrängt.

Aus dem Küstensaume östlich von Spalato ist nur eine Quelle, die „Fontana" zu erwähnen. Man erreicht sie, wenn man der Straße nach Almissa bis zum zweiten rechterseits aufsteigenden Pinienhügel folgt und dann den um dessen Ostseite biegenden Seitenweg einschlägt. Die Quelle kommt aus einer gemauerten Brunnstube, an deren Vorderwand ein von einem Blendbogen umrahmtes Steinrelief eingefügt ist. Hinter dem Brunnen ist unterhalb einer Mauer ein ungefaßtes Quellbecken vorhanden, in dessen Umkreis mittelsteil gegen N einfallende Flyschschichten entblößt sind. Die „Fontana" ist für quellenthermische Vergleiche insofern wichtig, als sie die Temperatur einer nahe der Meeresküste in Südexposition entspringenden Gesteinsquelle angibt. Sie zeigte im Herbste 16·44°, im darauffolgenden Frühjahre 15·62°, wies somit eine geringe Schwankung auf, die auf einen tieferen Ursprung hinweist. Die Quelle ist sonach ungefähr um vier Grade kälter als die kühlere der beiden Schwefelquellen und um drei Grade wärmer als der Jadrourspung, welcher die thermischen Verhältnisse einer großen Karstquelle zeigt. Die vier größeren Einrisse, welche östlich von der Fontana den Küstensaum durchqueren, dienen fast nur oberflächlicher Entwässerung.

Die Quellen des Stobrectales.

Jenseits des Rückens von Mravince, welcher in die Landzunge von Spalato ausläuft, dehnt sich das südwestliche Vorland des Mosor aus. Die Mosor planina fällt gegen das Meer zu stufenförmig ab und hat hier noch mehrere Ketten vorgelagert, deren äußerste das Poljicaner Küstengebirge ist. Zwischen diesen Ketten liegen Längstäler, die sich teils gegen NW, teils gegen SO öffnen. Das Tal des Stobrec potok schiebt sich zwischen den Rücken von Mravince und das Vorland des Mosor ein und nimmt die auf der Ostseite jenes Rückens eingeschnittenen Gräben und die gegen NW sich öffnenden Mosortäler auf. Es sind dies das Tal des Veliki potok zwischen dem Küstengebirge und der Bergkette Sridivica und das Tal des Brisine potok zwischen der letzteren Kette und dem Abfalle der unteren Stufe des Hauptgebirges.

Der Stobrecbach entspringt am Fuße dieser Gebirgsstufe. Seinem Talsysteme gehören aber auch noch mehrere auf dieser Stufe und auf der mittleren Gebirgsstufe des Mosor ausgewaschene Gräben an. Auf dieser letzteren Geländestufe sind die tiefsten Schichten des Mosor, die obercenomanen Dolomite aufgeschlossen. Der Rudistenkalk formt außer dem Hauptkamme des Mosor auch die diesem vorgelagerten Kämme. Die untere Gebirgsstufe und die Flanken der Mosortäler bestehen aus obereocänen Schichten in der Fazies von Foraminiferen-

kalken, Trümmerbreccien, Konglomeraten und mergligen Plattenkalken. Als jüngstes Schichtglied erscheint Flysch, welcher auch die Ostseite des Rückens von Mravince bildet. Entsprechend dieser größeren geologischen Mannigfaltigkeit ist auch die Zahl der auftretenden Quellformen im Talgebiete des Stobrec potok größer als im Umkreise des Golfes von Castelli.

Auf der Ostseite der Landzunge von Spalato entwickelt sich als Abzugsrinne einer vorwiegend oberflächlichen Entwässerung des umliegenden Gebietes der Torrente ispod kita. Das seichte, von diesem Rinnsale durchzogene Tälchen schiebt sich zwischen den von der Felsklippe Kitoje gekrönten flachen Rücken und den Hügelwall von Sasso ein. Der Rücken der Kitoje lehnt sich südwärts an jene Höhen, welche die Küste zwischen Stobrec und Spalato begleiten. Nordwärts vom Hügelwalle von Sasso breitet sich eine flache Talmulde aus, durch welche der Torrente Terstenik dem Stobrec potok zufließt. Auch dieses an der Südflanke des Rückens von Mravince sich entwickelnde Rinnsal liegt zeitweise völlig trocken. Der Abhang, welcher rechts vom Stobrecbache zu den südlichen Vorhöhen des Westmosor hinansteigt, wird von drei langen Wasserrissen durchfurcht. Dieser Abhang baut sich großenteils aus Kalksandsteinen der Flyschformation auf. Zu Füßen der Felswände, mit denen die Vorhöhen des Mosor gegen Süd abstürzen, ziehen sich Schutthalden hin. In jenen Runsten sieht man deutlich die schon aus dem Neogengebiet von Sinj beschriebene Erscheinung, daß die Wasserführung nicht von Quellen ihren Ausgangspunkt nimmt, sondern sich ganz allmählich aus im Bachbette stattfindenden Zusickerungen entwickelt. Weiter ostwärts trifft man dann bei Rogulić an einer Stelle, wo vier Wege sich kreuzen und viele Pappelbäume stehen, eine Quelle mit Tränkbrunnen, die auch im Spätsommer noch leidlich fließt. Sie zeigte zu dieser Jahreszeit 16·16^{0}, ein Wert, der angesichts der südlichen Lage im Vergleich zu den Herbsttemperaturen der Clissaner Quellen nicht hoch war. Ihre Struktur ließ sich nicht erkennen, da die Umgebung ein Kulturland ohne Gesteinsaufschlüsse ist.

Die Quelle des Stobrec potok entspringt am Ausgange der Felsschlucht Studenica, welche in die untere Gebirgsstufe der Südwestseite des Mosor eingeschnitten ist. Das Gerüste dieser Stufe besteht aus zwei eng aneinander gepreßten Faltensätteln aus Foraminiferenkalk, deren Kernschichten durch die Schlucht entblößt sind. Die Quelle tritt aus den diese steile Doppelfalte umhüllenden mergeligen Plattenkalken auf der Südwestseite des meerwärts gelegenen Faltenzuges hervor. Der Stobrecbach durchquert dann den sich anschließenden Muldenkern von Flysch und hierauf noch die beiden Vorfalten des Mosor nebst der zwischen ihnen liegenden Mulde, und zwar kurz bevor ihre Kernschichten in der Flyschumhüllung untertauchen. Die Quelle des Stobrec könnte so trotz ihrer Küstennähe noch weniger als der Jadro mit Küstenquellen im strengen Sinne des Wortes in Vergleich gebracht werden. Sie stellt den Ausbruchsort von durch eine undurchlässige Gesteinsvorlage gestautem Kluftwasser dar.

Im Gegensatze zum Jadro erfährt der Stobrecbach bei Schwankungen des Wasserstandes größere Verschiebungen seiner Austritts-

stelle. Im Winter und Frühlinge bricht ein wildschäumendes Gewässer im äußeren Schluchtteile hervor, zur Sommerszeit sieht man dort ein Haufwerk von mit verdorrten Moosrasen und vertrocknetem Schlamme überzogenen Blöcken und quillt das Wasser weiter draußen an verschiedenen Stellen des mit Trümmerwerk übersäten Bachbettes hervor. Der Stobrec potok findet so betreffs des Formwechsels seines Austrittes unter den Cetinaquellen im Kozinac ein Analogon, während der Jadro in dieser Hinsicht mit dem großen Rumin und dem östlichen Rudabache zu vergleichen wäre. Die Temperatur der Stobrecquelle war bei einer am 4. Oktober 1903 vorgenommenen Messung an verschiedenen Stellen 12·80 bis 12·84, sie war um 0·4 niedriger als die einen Tag früher am Ursprunge des Jadro beobachtete Wasserwärme.

Das Wurzelgebiet der Stobrecquelle würde sich, falls die auf der mittleren Mosorterrasse aufgeschlossenen Dolomite in der Tiefe eine undurchlässige Scheidewand bilden, auf die untere Gebirgsterrasse beschränken und so dem möglichen Sammelgebiete des Jadro an Größe sehr bedeutend nachstehen. Der Unterschied in der mittleren Wasserführung beider Flüßchen scheint aber keine so bedeutende Größenverschiedenheit der Einzugsflächen zu begründen. In dem Maße, in welchem die besagten Dolomite die Wasserführung in der Tiefe erschweren, erscheint auch die Möglichkeit einer Verbindung des Stobrec mit der Cetina eingeschränkt. Bei der Vornahme von Versuchen, welche eine Beantwortung der Frage, ob Cetinawasser zum Jadro gelange, bezweckten, wäre es jedenfalls am Platze, die entsprechende Fragestellung auch auf die Quelle des Stobrecbaches auszudehnen.

Die tiefe Schlucht der Studenica setzt sich bergaufwärts in einen seichten Graben fort, der das Gehänge zwischen der unteren und mittleren Mosorstufe quert und sich dann wieder schluchtartig verengend in das Hochtal von Zagradje hinaufführt. Dieses Längstal kommt dadurch zustande, daß der bergwärts liegende Teil der mittleren Gebirgsterrasse stärker absinkt, ihr freier Rand aber nur eine geringe Höhenabnahme erfährt. Es entspricht nebst den ihm ostwärts folgenden, höher gelegenen Terrassenteilen einer Bloßlegung von obercenomanen Dolomiten im Rudistenkalke. Die Lagerung der Dolomite im Hochtale von Zagradje ist eine muldenförmige. Die linke Talseite entspricht dem sanft verflächenden Nordostflügel eines Dolomitgewölbes, dessen Scheitelregion und steil abfallender Südwestflügel vom Rudistenkalke des Terrassenabfalles überlagert ist. Auf der rechtsseitigen Talflanke stoßen aber die sanft talwärts fallenden Dolomite an sehr steil zur Tiefe gehenden Rudistenkalken ab. Der Abschluß des Hochtales gegen Osten wird durch Schließung der Schichtmulde hergestellt.

In dieser Gegend finden sich mehrere Quellen. Der das Tal durchziehende Potok ist der Abfluß einer Quelle, welche nahe dem Ostende der Talsohle entspringt. Diese Quelle, Vrutak oder Vrutka genannt, entsteht aus jenen Regenwassern, welche auf die wahrscheinlich hemizentroklinal gelagerten Dolomite des Talschlusses fallen. Ein Teil dieser Wässer tritt schon in den Wurzelgräben des Zagradjetales aus, um bald wieder zu versiegen und dann noch ein zweitesmal an der Speisung einer Quelle teilzunehmen. Das Wasser kommt hier an der Grenzfuge zweier flachgelagerter Dolomitbänke hervor und füllt dann

ein von Binsen umstandenes seichtes Becken. Weiter abwärts sind dann unter mittleren Verhältnissen noch einige Tümpelchen im Rinnsale vorhanden. Im Spätsommer versiegt die Vrutakquelle ganz, nach heftigen Regengüssen ist sie wasserreich und ist das Hochtal von Zagradje von einem Bächlein durchrauscht.

Beim Anstiege durch das Felsgeklüft im rechtsseitigen Wurzelgraben des Tales kommt man bald zu einer Stelle, wo unter Dolomitfelsen ein kleines, von nassen Moospolstern umgebenes Wasserbecken liegt. Diese Stelle war die einzige im Talbereiche, wo ich zu Ende der sommerlichen Trockenzeit noch Wasser traf. Etwas weiter oben befindet sich eine überhängende Felswand, in welcher zwei tiefe glattwandige Nischen ausgewaschen sind. Eine derselben setzt sich in einen kleinen runden Felskanal fort, aus welchem nach heftigen Regengüssen ein mächtiger Wasserstrahl hervorschießt. Auch von den Wänden der anderen Nische, deren Boden mit Wasserpflanzen überwuchert ist, tropft und rieselt dann viel Wasser ab. Noch etwas weiter oben sah ich nach einem starken Gußregen links von einer natürlichen Felsbrücke auch eine starke Quelle hervorbrechen. Endlich sind noch zwei Austrittsstellen von Wasser zu erwähnen, welche sich in der Nähe der sagenhaften alten Goldmine befinden, die am Westhange des das Tälchen von Zagradje von der Ljubacmulde trennenden Felsriegels liegt.

In dem erwähnten, auch bei einem Besuche im Spätsommer noch nicht ausgetrockneten Becken maß ich damals eine Wassertemperatur von 14·05°, ein Jahr früher, zur selben Jahreszeit, nach einem heftigen Regen 14·20°. Von den anderen Quellen im Hintergrunde des Zagradjetales zeigten damals (15. Oktober 1902) die Quelle bei der sagenhaften Goldmine 13·52°, jene bei der natürlichen Felsbrücke 13·44° und die aus einem Felsloche kommende 13·08°. Die Quelle Vrutak hatte 15·68° und verriet so eine sehr oberflächliche Lage ihres Sammelgebietes.

Das Tal des Brisine potok, des kleineren der zwei linken Zuflüsse des Stobrecbaches, folgt unterhalb der Vereinigung seiner Wurzelgräben einem von schwach tonigen Plattenkalken umgebenen Aufbruche von mitteleocänem Foraminiferenkalk. Jene Gräben sind in die rechte Talseite eingeschnitten und legen hier einen von Plattenkalken umhüllten Faltenkern von Kalkkonglomeraten bloß. Der größte dieser Einschnitte, die Schlucht von Dracevice, reicht mit ihren Verzweigungen bis zur unteren Gebirgsstufe hinauf und dient zur Abfuhr von sich dort auf Flyschboden sammelnden Wässern. Die untersten Abschnitte der genannten Gräben und der Hintergrund des Brisinetales kommen in jene Flyschzone zu liegen, welche den Muldenkern zwischen den vorerwähnten Faltenzügen bildet. In dieser Zone verzeichnet die Spezialkarte bei den Hütten von Visak eine Quelle. Im übrigen ist das Tal von Brisine arm an Quellen.

Auch der enge untere Teil des Zernovnicatales enthält keine nennenswerten Quellen. Die Flankenteile der dem Talzuge entsprechenden Schichtmulde bauen sich aus Plattenkalken und Kalkbreccien auf und der aus Flyschschichten bestehende Muldenkern bildet ein nur schmales, dem rechten Flußufer folgendes Geländeband. Erst

im oberen Talabschnitte, wo durch ein Zurückweichen der Küstenfalte zur Linken und ein Untertauchen des Faltenzuges zur Rechten das Flyschgebiet an Ausdehnung gewinnt und eine Verbreiterung des Tales Platz greift, sind wieder viele Quellen zu treffen. Mehrere derselben entspringen unterhalb des Dorfes Srinjine auf der rechten Seite des Tales. Einige hundert Schritte nordwestlich vom Pfarrhause kommt aus einer Ummauerung ein kleiner klarer Quellbach hervor. Das sehr sanft gegen S geneigte umgebende Gelände besteht aus mäßig steil gegen ONO einfallenden Flyschschichten. Gleich neben dem Pfarrhause bricht eine gleichfalls schöne und reiche Quelle unter ganz ähnlichen Verhältnissen wie die vorige auf. Ihre Temperatur war bei einer in der ersten Oktoberhälfte vorgenommenen Messung 14·80°, während die vorher genannte 15·22° zeigte. Etwas weiter südostwärts befindet sich nahe dem Nordwestfuße des Hügels Kravar die Quelle Brisnik. Eine andere Quelle entspringt vor dem Südwestfuße dieses Hügels am rechten Ufer des Veliki potok.

Einige Quellen treten in den oberen Teilen des rechtsseitigen Talgehänges aus. Es streicht dort jene früher erwähnte Falte gegen SO weiter, welche von den Wurzelgräben des Brisinetales durchquert wird. Die Quelle Rudina entspringt in dem schmalen Streifen von Flyschschichten, welcher zwischen die Plattenkalke des Nordostflügels jener Falte und das Konglomeratgewölbe der Vorkette des Ostmosor eingeklemmt ist. Man sieht hier unter einem efeuumrankten Eichenbaume ein von Brombeerhecken umwuchertes, roh ummauertes Quellbecken voll Algen und höheren Wasserpflanzen. Vom Becken zieht sich ein Rinnsal eine Strecke weit am Abhange hinab. Die Lagerungsverhältnisse am Quellenorte sind nicht zu erkennen, da das umgebende Gelände mit Rasen bedeckt ist. Eine andere Quelle tritt in derselben schmalen Flyschzone südostwärts von der vorigen, unterhalb des Sattels von Brnić aus, welcher in die Vorkette des Mosor eingesenkt ist. Sie ist in ein überdachtes und ummauertes Becken gefaßt. Die Quelle Rastita voda entspringt dagegen nahe unterhalb der Grenze der Plattenkalke gegen den Flysch im saiger stehenden Südwestflügel der genannten Falte. Gleich oberhalb der Quelle zieht eine Konglomeratbank durch. Auch diese Quelle ist in einem über- und ummauerten Becken eingeschlossen. In ihrer Umgebung und zu beiden Seiten ihres Abflusses steht eine Anzahl hoher Pappelbäume.

In den Flyschschichten, unter welche nach dem Auskeilen des konglomeratischen Faltenkernes südöstlich von der Quelle Rastita auch die Plattenkalke hinabtauchen, tritt an mehreren Stellen Quellwasser zutage. Bei dem Kirchlein Sv. Kata kommt eine Quelle unter großen, von der Vorkette des Mosor abgestürzten Kalkblöcken aus steil gestelltem Flysch hervor. Ein kleines Quellbecken, Vrelo Golubanac, liegt etwas weiter unten am Gehänge. Am Wege, der von Sv. Kata gegen SO hinabzieht, befindet sich ein Brünnlein, das — ausgenommen die sommerliche Trockenzeit — ziemlich reich zu fließen scheint. Das Wasser kommt auch hier aus steil gegen NNO einfallenden bis saiger stehenden Flyschschichten und hat eine steinerne Auslaufrinne. Alle diese Quellen dürften durch Wasserstau in klüftigen Sandsteinzonen zwischen undurchlässigen Mergellagen

bedingt sein. Die bei dem Quellchen von Sv. Kata und bei dem erwähnten Brünnlein im Herbste gefundenen Temperaturen von 14·62° und 15·06° erscheinen für diese Jahreszeit und in Anbetracht der südwestlichen Lage auch für Stauquellen nicht zu hoch; die allerdings sehr hohen Temperaturen, welche sich bei den Quellen Rudina, Rastita voda und Golubanac ergaben, nämlich 16·30°, 16·76° und 16·20°, sind dadurch erklärlich, daß es sich hier um Messungen in Quellbecken mit nur sehr langsamer Wassererneuerung handelte.

Zur Linken nimmt das Tal der Zernovnica in seinem obersten Teile drei kleine Gräben auf, welche in die Flyschvorlage der Landseite des Poljicakammes eingetieft sind. Alle drei erfahren, ehe sie die Zone von grobem Konglomerat im Liegenden des Flysch erreichen, eine Gabelung und es entspringen dort kleine Quellen. Aus dem untersten Graben, welcher gegenüber dem Kravar oberhalb Srinjine mündet, kommt ein breites Schotterbett; die von dünnen Sandsteinlagen durchzogenen Mergel verflächen dort 30° ONO. Im mittleren Graben trifft man zumeist Flyschsandsteine mit wechselnd steilem nördlichem Fallen. Bei den Quellchen im Talgrunde sind auch Flyschmergel aufgeschlossen. Die im Fond des dritten Grabens nahe unterhalb des Dörfchens Tugari entspringende Quelle kommt aus sehr steil gegen NNO geneigten Sandsteinbänken. Sie ist gegen N exponiert und zeigte bei einer Messung im Oktober, als das Quellbecken noch einen schwachen Abfluß hatte, 14·84°. Man hat es hier und in den anderen beiden Gräben wohl auch mit Stauquellen zu tun.

Der Brisine potok zählt zufolge der bereits erwähnten Armut seines Einzugsgebietes an bemerkenswerten Quellen zu den einen großen Teil des Jahres trocken liegenden Rinnsalen. Die Zernovnica ist als Abzugsrinne eines ziemlich quellenreichen Flyschgebietes länger wasserführend; in trockenen Zeiten kann der Stobreć potok aber auch von ihrer Seite auf keine Wasserzufuhr rechnen und wird dann ganz durch die von seiner eigenen Quelle noch gelieferte Wassermenge gespeist. Auf der Strecke zwischen dem Durchbruche durch den Kamm der Sridivica und der Einmündung der Zernovnica schäumt der Stobrecbach durch ein in Kalktuffelsen eingeschnittenes enges und tiefes Bett. Der Bach hat hier wohl ehe die Durchsägung des Sridivicakammes erreicht war, einen Wasserfall gebildet. Nach dem Durchbruche durch die Küstenkette, nicht weit unterhalb der Einmündung der Zernovnica, tritt der Stobrećbach in eine von seinen Aufschüttungen gebildete kleine Ebene ein. Er tritt hier noch in Wechselbeziehung zu Grundwasser und mündet dann im Fond der halbkreisförmigen Bucht von Stobreć, welche am Zusammentritte der dinarisch streichenden Küste der Poljica mit der Südküste der Spalatiner Halbinsel eingreift. Von den beiden Hauptrinnsalen, welche diese Halbinsel gegen Ost entwässern, fließt der Torrente Trstenik noch dem Stobreć potok zu, während sich der Torrente ispod kita schon in die genannte Bucht ergießt.

Die Quellen des untersten Cetinatales.

Die Cetina biegt bei ihrem Durchbruche durch das Küstenland zwischen den Spaltentälern und der Küstenzone so weit gegen Osten aus, daß ihr daselbst in dieser mehrfach über die Kartenränder hinausgreifenden krenologischen Beschreibung des Spalatiner Blattes nicht mehr gefolgt sei. Auch der größte Teil ihres wieder mehr gegen West sich wendenden Unterlaufes liegt wie der obere Teil ihres Oberlaufes zu weit außerhalb der Grenzen des genannten Blattes, als daß sich seine Einbeziehung durch die Gründe der bisher verfügten Grenzüberschreitungen rechtfertigen ließe. Nur des Uebertrittes der Cetina aus dem Karstland in das Flyschgebiet sei ob seines besonderen hydrologischen Interesses kurz gedacht. Die Cetina bildet dort den hohen Wasserfall der Gubavica und das letzte Stück ihres Laufes vor diesem tiefen Sturze stellt eine Flußstrecke dar, die im Lichte der Grund'schen Hypothese betrachtet, hoch über dem supponierten Karstwasserspiegel fließt, da dieser keine so plötzliche Senkung wie der Flußspiegel erfahren kann. Es ist anzunehmen, daß die Cetina schon flußaufwärts von ihrem großen Falle Wasser in die Tiefe verliert; man darf aber auch vermuten, daß ihr Bett einigermaßen abgedichtet ist, da sie in ihrem Oberlaufe auch lehmige Verwitterungsprodukte zugeführt erhält, die bei der Feinheit ihres Kornes wohl einer teilweisen Verfrachtung bis an das Ende des Flußmittellaufes fähig sind.

Die Mündungsregion der Cetina kann wieder insofern in dieser Abhandlung noch einbezogen werden, als wenigstens der Oberlauf eines der beiden Bäche, welche die Cetina noch kurz vor ihrer Mündung rechts aufnimmt, in den Bereich des Spalatiner Blattes fällt. Es ist dies der Smovo potok, welcher das Längstal zwischen dem Ostmosor und dessen südwestlicher Vorkette durchfließt. Als zur Wurzelregion dieses Talzuges gehörig ist auch noch die Osthälfte der dolomitischen Gebirgsstufe des Mittelmosor anzusehen, in deren Westhälfte das früher genannte Hochtal von Zagradje eingetieft ist. Jenseits des Riegels, welcher dieses Tal abschließt, folgen zwei gleichfalls durch einen kleinen Querrücken getrennte, gegen Süd sich öffnende Hochmulden. Auf der Westseite der ersteren Mulde finden sich zahlreiche Stellen, wo nach reichlichen Niederschlägen Wasser austritt, das durch die Verwitterungsschichten des cenomanen Dolomites bis zu dessen frischen Gesteinslagen einzudringen vermochte. Zwei solcher Stellen trifft man in dem mittleren Teile des westlichen Muldenhanges. Ein Quellchen liegt am oberen Rande des Gewirres von bizarren Felsklippen, welches sich am Ostfuße dieses Hanges ausbreitet. Zwei andere Stellen, wo nach vorausgegangenen Regentagen Wasser hervorsprudelt, sind nordwärts vom eben genannten Klippengewirre nahe dem Muldenboden gelegen. Zwei weitere Quellchen zeigen sich höher oben am Nordwestabhang der Mulde.

Auf der Nordseite derselben befinden sich an der Grenze des Dolomites gegen den Kalk zwei Quellen, welche im Gegensatze zu den vorgenannten auch nach längerer regenfreier Zeit noch fließen. Die Quelle Novak ist ein tiefes, künstlich erweitertes Quellbecken

von etwa 1 *m* im Gevierte. In der nassen Jahreszeit ist dasselbe mit klarem Wasser ganz gefüllt und letzteres fließt am Beckenrande über. In der Trockenzeit liegt der Wasserspiegel in dem Becken merklich tiefer und es spielt dann bei dem Verharren desselben in gleicher Höhe wohl auch die Verdunstung eine Rolle. Die Quelle Ljubac ist die schönste und interessanteste der ganzen Dolomitregion. Sie ist zugleich — abgesehen von der den Namen Quelle nicht ganz verdienenden Quelle Traposnik im Ostmosor — die höchstgelegene Quelle der ganzen Mosor planina. (Nahe bei 900 *m*.)

Die Quelle Ljubac zeigt ein tiefes längliches Quellbecken, welches nach rückwärts in eine Felsnische eingreift und nach vorn zu durch eine schmale Barre abgeschlossen wird. Unter dieser befindet sich ein kleines Becken, in welches das Wasser des vorhergenannten durch eine in der schmalen Barre eingetiefte enge Spalte, bei großer Wasserfülle wohl auch über die Barre einfließt. Von diesem kleinen Becken gelangt das Wasser durch einen kurzen offenen Kanal in eine ovale Wanne. Letztere entleert sich durch einen an ihrer vorderen Schmalseite befindlichen Einschnitt in eine breite tiefe Rinne; bei hohem Wasserstande fließt das Wasser auch über die rechte Längsseite der Felswanne in eine sehr flache Rinne ab.

Die Quelle Ljubac ist die einzige dauernd fließende in der Dolomitregion des Mosor. Allerdings schrumpft auch bei ihr die Wasserführung zu Ende der Sommerszeit auf ein bescheidenes Maß zusammen. Noch im Frühsommer sah ich hier das Wasser mächtig aus dem Felsen sprudeln; im Herbste rieselte nur ein schwaches Wässerchen hervor. Die einfachste Erklärung des Auftretens der eben beschriebenen Quellen bestünde darin, daß sie Verbindungen von Ueberfall- und absteigenden Schichtquellen darstellen, daß sie durch Wassermengen gespeist seien, welche sich auf der dolomitischen Unterlage der Kalke der oberen Mosorstufe sammeln und über die stark geneigte Basis der Kalke am Steilabfalle unterhalb dieser Gebirgsstufe abfließen. Es ist nicht daran zu zweifeln, daß die Oberfläche des Dolomites, welcher die flach wellig gelagerten Kalke der oberen Mosorstufe unterteuft, selbst sehr uneben ist und einzelne Mulden aufweist, welche zu größeren Ansammlungen von Wasser im Geklüft der diese Mulden ausfüllenden Kalke Anlaß geben können. An den tiefsten Stellen der Umrandung dieser Mulden wird dann das Wasser überfließen, um in der mittleren Gebirgsstufe an der Grenze des Kalkes gegen den Dolomit zutage zu treten. Diese Erklärung setzt voraus, daß in der Gegend der in Rede stehenden Quellen die Berührungslinie der eben genannten beiden Gesteine einer Schichtgrenze entspricht. Zu dieser Auffassung wird man beim Anblicke jener Gegend auch geneigt sein. Bei der Quelle Novak kommt nun aber das Wasser anscheinend von unten herauf und beim Ljubac scheint es sich ebenso zu verhalten. Man kann darum doch nicht annehmen, daß die beiden Quellen unmittelbar an einer steil abfallenden Schichtgrenze zutage treten. Man möchte vielmehr zu der Ansicht neigen, daß hier die Grenze zwischen Kalk und Dolomit doch einer steilen Verwerfung von allerdings vielleicht nur mäßiger Sprunghöhe entspricht und daß das aus der Höhe herabkommende Wasser

an der undurchlässigen Wand des Hangendflügels der Verwerfung aufgestaut wird. Die Orte des Wasseraustrittes entsprächen dann den tiefsten Punkten der Schnittlinie der Verwerfungsfläche mit dem Abhange oder solchen Stellen, wo die Verwerfung durch einen kleinen Querbruch abgeschnitten wird.

Die Wassertemperaturen, welche ich um Mitte Oktober 1902 in der Hochmulde östlich vom Zagradjetale abgelesen habe, sprachen sehr zugunsten der aus dem geognostischen Befunde gefolgerten Entstehungsart der dort getroffenen Quellen, nur betreffs der Novakquelle ergab sich keine klare Relation. Von den Wasseraustritten innerhalb des Dolomitgebietes zeigten jene am Nordwesthange der Mulde 14·62° und 15·28°, jene am Westhange 13·08° und 16·38°, die beiden Quellchen nordwärts vom erwähnten Klippengewirre 14·50° und 14·60° und das Quellchen oberhalb jener Klippen 14·82°. Der Ljubac hatte dagegen nur 10·56°, die Quelle Novak aber 14·20°. Die großen Wärmeunterschiede der Quellen im Dolomite wiesen auf sehr ungleich tiefes Eindringen und auf verschieden lange Bewegung des Wassers im verwitterten Dolomite hin; die vergleichsweise niedrige Temperatur des Ljubac sprach für ein tief im Gestein gelegenes Sammelgebiet des Wassers. Die relativ hohe Wärme, welche die Novakquelle zeigte, schien aber mit der Annahme einer ähnlichen Entstehungsweise wie jener des Ljubac insofern vereinbar, als die morphologischen Verhältnisse der Novakquelle ein Zufließen von Regenwasser möglich erscheinen lassen, was in Dalmatien um die Herbstmitte noch zur Erhöhung der Temperatur eines Quellbeckens führen mag. Bei meinem Besuche der Dolomitregion des Mosor kurz vor dem Ende der langen sommerlichen Trockenzeit des Jahres 1903 war bei der Novakquelle eine Temperatur von 15·60, bei der Ljubacquelle eine solche von 12·46° anzutreffen. Diesmal war die viel höhere Temperatur der ersteren Quelle wohl dadurch bedingt, daß es sich nunmehr um stehendes, nur von unten her sich schwach erneuerndes Wasser handelte, während die Messung des Ljubac auch diesmal noch bewegtes, wenn auch nur schwach rieselndes Wasser betraf. Einen Maßstab dafür, wie sich stehendes Wasser in besonnten Becken im Sommer trotz der stärkeren Verdunstung noch erwärmen mag, bot der Umstand, daß das mittlere Becken des Ljubac schon um 0·44°, das untere um 0·92° wärmer war als das obere, obwohl hier noch eine merkliche Wassererneuerung stattfand.

Der östlich von der jetzt beschriebenen Quellenmulde gelegene Muldenboden ist gleichfalls der Sammelort von Wässern, welche in die ihn umgebenden Dolomitgehänge oberflächlich eindringen. Nach dem erwähnten Regen brach hier außer vielen kleineren Wasseradern an einer Stelle ein mächtiger Quell hervor. Zu Ende der sommerlichen Dürreperiode war diese zweite Mulde gänzlich wasserlos und nur eine große Zahl von ausgetrockneten Schlammstreifen auf den Dolomitfelsflächen sichtbar.

Der Smovobach entwickelt sich tief unterhalb dieses Muldenbodens auf der unteren Terrasse des Mittelmosor, deren Rand sich in jener Gegend zu einer Vorkette des Gebirges aufwölbt. Diese Kette entspricht einem Faltenzuge aus Kalkkonglomerat; der in der süd-

östlichen Fortsetzung jener Terrasse liegende Geländestreifen baut sich aus einem zum Teile doppelten Gewölbe von Rudistenkalk auf, das sowohl vom Konglomeratzuge als auch von dem Rudistenkalke der Hauptkette des Ostmosor durch schmale Flyschzonen getrennt wird. Der Smovobach folgt der südwestlichen dieser beiden Zonen; der nordöstlichen entspricht das flache Tal von Dubrava und weiter ostwärts der Taleinschnitt von Kočibue. Die auf der Spezialkarte angegebene Quelle bei Sv. Klement oberhalb Sitno liegt in Mergelboden wenige Schritte nordwärts von dem Konglomeratfelsen, auf welchem das Kirchlein steht. Das schwach getrübte Wasser des kleinen Beckens zeigte im Oktober 15·28°. In der mit Eluvien bedeckten Flyschzone von Dubrava verzeichnet die genannte Karte dicht bei den Hütten des Ortes auch zwei kleine Quellen. Eine dritte entspringt oberhalb des Einganges in die Schlucht von San Arnerio, welche das erwähnte Kreidekalkgewölbe quert und zur Talfurche des Smovo potok hinabzieht.

Eine kurze Strecke oberhalb der Stelle, wo die Arnerioschlucht das Smovotal erreicht, befindet sich am Fuße des rechtsseitigen Gehänges eine Quelle. Sie kommt aus steil gestelltem Flyschsandstein hervor, war zur Zeit meines nur einmaligen in Herbste erfolgten Besuches jener Gegend versiegt und scheint nicht stark zu sein. Eine andere Quelle entspringt eine Gehstunde talauswärts von der vorigen gleichfalls am Fuße der Südwesthänge des Tales. Sie liegt unterhalb der Kuppe Sutina, welche sich in dem das Smovotal zur Rechten begleitenden Konglomeratrücken erhebt. Diese sehr schöne Quelle zeigte die auch angesichts der nördlichen Lage relativ niedrige Oktobertemperatur von 12·86°. Sie dürfte darum wohl in tieferen Bodenschichten wurzeln als die früher erwähnte Quelle bei Tugari am Nordfuße des Poljicakammes, die eine um zwei Grade höhere Wärme aufwies. Die Flyschschichten fallen gleich oberhalb jener kühlen Quelle im Smovotale 40° NNO.

In dem breiten Flyschgelände von Gata, welches nach dem Untertauchen des links vom Smovobache hinstreichenden Kreidesattels durch Verschmelzung der jenen Sattel flankierenden Flyschzonen zu stande kommt, entspringen mehrere Quellen. Zwei derselben liegen gleich jenseits des Querriegels, welcher die Sohle des unteren Smovotales gegen Ost abschließt. Ueber ihre Struktur läßt sich nichts näheres ermitteln, da sie ganz von Ackerland umgeben sind. Der bei einer Gruppe von Pappeln austretende Quell zeigte bei einer Messung im April 12·82°, im Oktober 14·04°. Die andere Quelle hatte 13·10° und 14·98°. Am oberen Rande der Flyschlehnen von Gata und dicht am Fuße der Steilhänge von Rudistenkalk, die zum Rašeljkapasse hinaufführen, befindet sich in einer ummauerten Höhlung eine Quelle, die als Ueberfallquelle an der Oberkante der undurchlässigen Vorlage des Kalkgebirges zu deuten ist. Sie wies bei einer im April erfolgten Messung eine Temperatur von 11·25° auf.

Hoch oben im Gebirge, westwärts vom Rašeljkasattel, welcher als Ostgrenze des Mosorkammes anzunehmen ist, befindet sich die Quelle Trapošnik. Dem östlichsten Abschnitte des Mosorgrates liegt im Süden ein Felskamm vor, welcher mit jenem Grate durch einen

Querriegel verbunden ist. In der östlich von diesem Riegel gelegenen, an Höhlen und Trichtern reichen Hochmulde trifft man sehr viel Moosrasen zwischen den Felsen, ein Zeichen verminderter Durchlässigkeit des Kalkterrains. Anzeichen einer Dolomiteinlagerung sind aber nicht vorhanden. Am wüsten Felshang, welcher sich von dieser feuchten Mulde zum Hauptkamme hinaufzieht, befindet sich die Quelle Trapošnik. Sie gehört in die Gruppe jener schwachen Ausläufe von oberflächlich eingedrungenen Niederschlägen, von denen mehrere schon von der Nordflanke des Mosor beschrieben wurden. Man sieht in einer niedrigen Höhlung ein paar kleine Wasserbecken, die sich in schmale, tief eingeschnittene Rinnen fortsetzen und ein Wasserbecken außerhalb der Höhlung. In der Umgebung dieser Becken gewahrt man einige mit Schlammstreifen überzogene Felsflächen und eine feuchte Kluft. Zur Zeit meines Besuches, im Frühlinge, waren die kleinen Becken mit Wasser erfüllt und die Schlammstreifen noch naß. Dagegen war in den Abflußrinnen der Becken kein rieselndes Wasser zu sehen und nur in der Höhlung ein Abtropfen von Wasser hörbar. Im inneren Becken hatte das Wasser eine Temperatur von 6·12⁰. Die Felsen unterhalb der wasserführenden Höhlung sind stark zerklüftet; der Boden der kleinen Becken wird durch eine nicht zerklüftete Bank eines sehr festen Breccienkalkes gebildet. Handelt es sich bei der Quelle Trapošnik auch nur um eine spärliche Wasserführung, so ist es doch schon merkwürdig genug, daß in so großer Nähe der Kammlinie des Mosor überhaupt noch eine Andeutung von Quellbildung angetroffen werden kann.

Der Smovo potok, in seinem unteren Teile auch Velika studena genannt, durchbricht nach längerem Laufe im Streichen einer eng zusammengepreßten Flyschmulde den dieser Mulde meerwärts folgenden Sattel, und zwar zunächst die aus Plattenkalk und Foraminiferenkalk bestehenden Mantelschichten desselben in schiefer Richtung und dann in einer tief eingeschnittenen Querschlucht den konglomeratischen Faltenkern. Die Sohle dieser Schlucht liegt hoch über dem Talboden der Cetina, so daß der Smovobach unter Bildung eines Wasserfalles das Cetinatal erreicht. Der Umstand, daß das Smovotal einem nur schmalen, zwischen Kalksätteln eingeklemmten Flyschzuge folgt, an dessen Aufbau Sandsteine einen großen Anteil nehmen, bringt es mit sich, daß in ihm das Quellenphänomen nur wenig zur Entfaltung kommt und auch die oberflächliche Entwässerung eine ziemlich spärliche bleibt. Der Smovo potok zählt so zu den einen großen Teil des Jahres hindurch trocken liegenden Rinnsalen unseres Gebietes.

Dagegen herrscht im Bilatale, dem vierten der Längstäler auf der Meerseite des Mosor, ein oberflächlicher Abfluß der Niederschläge vor, da es in Flyschmergeln ohne größere kalkige Einschaltungen, die die Quellbildung fördern würden, liegt. Dieses Tal, welches den südöstlichen Teil der zwischen den Vorhöhen des Mosor und der Küstenkette gelegenen Muldenzone einnimmt, liegt schon ganz außerhalb des Spalatiner Blattes und sei hier nur im Anschlusse an die anderen Mosortäler kurz erwähnt. Das Bett des Bilabaches entwickelt sich südostwärts von der Bodenschwelle von Tugari aus einer Anzahl größerer Wasserrisse und zwängt sich dann durch eine enge, zwischen

Kalkbreccien und Rudistenkalken eingeschnittene Schlucht hindurch, um die Cetina nahe vor ihrer Mündung zu erreichen. Zwischen dem Smovo- und Bilabache empfängt die Cetina noch ein Rinnsal, das aus einem kurzen, aber breiten in Flyschschichten eingesenkten Tälchen kommt. Dicht neben der am Knie der Cetina hinter Almissa stattfindenden Einmündung des Rinnsales befindet sich eine Quelle, die — schon im Meeresniveau gelegen — bei einer Anordnung der Quellen am Südostende des Mosor nach ihrer Seehöhe als basales Endglied in Betracht kommt. Sie zeigte bei einer Messung im Frühlinge 13·78°, bei einer solchen im Herbste 14·40°.

— —

Hydrologische Verhältnisse.

Niederschläge.

Durch eine längere Reihe von Jahren fortgesetzte Beobachtungen der täglichen Niederschlagsmengen liegen nur von den zwei Hauptorten des Gebietes, Sinj und Spalato, vor. Von Prüfungen dieser beiden Reihen auf ihre Homogenität, wie sie einer hydrometeorologischen Untersuchung vorauszugehen hätten, kann hier abgesehen werden, wo es sich nur um einen flüchtigen Hinweis auf die Regenverhältnisse handelt. In Spalato wurden an zwei Orten Messungen vorgenommen und so — wie an einigen anderen Orten in Dalmatien — die stets erwünschte Möglichkeit verschafft, die Angaben zweier in geringer Entfernung aufgestellter Ombrometer zu vergleichen. Sonst liegen noch mehrjährige Messungsreihen von Clissa und Muć vor, an deren Erwähnung noch diejenige der Messungen in Vaganj und Prolog angeschlossen werden kann, obwohl letztere beiden Orte schon außerhalb unserer Karte liegen.

Dieses Beobachtungsmaterial reicht nur dazu aus, über die Regenmengen im großen und ganzen und über die Aenderung der jährlichen Regenverteilung von der Küste gegen das Landinnere hin ein Bild zu bieten. Zu einem näheren Einblicke in die vielgestaltigen, für die Quellenkunde wichtigen Beziehungen zwischen Niederschlag und Bodenrelief ist es ganz unzureichend. Um einen solchen Einblick zu gewinnen, müßte man bei der Mannigfaltigkeit der Geländeformen unseres Gebietes über ein so engmaschiges Netz von Ombrometerstationen verfügen, wie es im Rahmen der derzeitigen Organisationen gar nicht Platz finden könnte und eine besondere Ausgestaltung des Beobachtungsdienstes erheischen würde.

Es winkte aber einmal die Möglichkeit, durch Errichtung einer Anzahl von Stationen in einem kleinen Gebietsteile mit der genauen Ermittlung der genannten Beziehungen wenigstens einen schönen Anfang zu machen. Es handelte sich um das Gebiet des Mosor und es erschien da eine solche Stationswahl passend, daß ein Regenprofil quer durch dieses Gebirge zu erhalten war. Ich schlug folgende Stationen als Vertreter nachstehender orographischer Lagen vor:

Krilo . . . . Küste.
Jezenice . . . . . Küstenkette.
Srinjine . . . . . . Tal hinter der Küstenkette und SW-Fuß des Hauptgebirges.
Dubrava . . . . . . SW-Hang des Hauptgebirges.
Ljuti kamen . . . Hauptgebirgskamm.
Dolac dolnje . . . NO-Fuß des Hauptgebirges.

Abgesehen von der Gesamtreihe versprachen hier auch schon die meisten Kombinationen je zweier Reihenglieder zu interessanten Vergleichen Gelegenheit zu bieten. Das Hydrographische Zentralbureau war in der liebenswürdigsten Weise bereit, die erforderlichen Ombrometer beizustellen, Anleitungen zu geben und die Sache unter seine Obhut zu nehmen. Was den Ljuti kamen anbelangt, so war gedacht, diese Station allmonatlich oder wenigstens jeden zweiten Monat abwechselnd von Dubrava und Dolac aus besuchen zu lassen, um so vierzehntägige oder wenigstens monatliche Regenmengen erhalten zu können. Natürlich hätte es da eines besonders gebauten und unter besonderen Vorsichtsmaßregeln aufzustellenden Instrumentes bedurft, um auch für die Wintermonate brauchbare Werte der Niederschlagshöhe zu erlangen.

Leider entsprach in dieser Sache der Erfolg den gehegten großen Erwartungen nicht. Nur Dubrava ist in die Reihe der dalmatischen Regenstationen des hydrographischen Zentralbureaus eingetreten und verzeichnete im Jahre 1912 das achte Jahr seines Bestandes als solche Station. Von Krilo, Jezenice und Dolac sind nur ein einzigesmal, im Jahrgange 1905 des Jahrbuches des genannten Instituts, Regensummen für die Monate Juni bis Dezember mitgeteilt worden. In Srinjine kam es gar nicht zur Errichtung einer Station und noch viel weniger wurde an eine Verwirklichung des Beobachtungsplanes geschritten, welcher betreffs des Ljuti kamen ausgedacht worden war. Durch den Wegfall der Stationen Srinjine und Ljuti kamen wäre das Regenprofil allerdings schon von vornherein dazu verurteilt worden, ein Torso ohne Fuß und Kopf zu bleiben, so daß das unerwartet rasche Versagen von dreien der anderen vier Stationen leichter verschmerzt werden konnte.

Ich zweifle nicht, daß in bezug auf fortgesetzte Wiederholung von Bergbesteigungen zum Zwecke meteorologischer Messungen jene berühmte Rekordleistung unerreicht bleibt, auf welche ein Physiker meiner tirolischen Vaterstadt stolz sein kann; ich hatte aber an die Expeditionen gedacht, welche zur Kontrolle der selbstregistrierenden Instrumente auf der sogen. Mont Blanc-Station und auf der Gipfelstation des Misti unternommen wurden. Es kann zugestanden werden, daß der Ljuti kamen weder von der See- noch von der Landseite her auf wohlgepflegten Promenadewegen zu erreichen ist und es sei zugegeben, daß auf den Höhen des Mosor zur Winterszeit sehr unfreundliches Wetter herrschen kann; aber die Mühen einer Besteigung des Ljuti kamen im Winter sind doch sehr gering zu nennen im Vergleiche zu den großen Anstrengungen, Schwierigkeiten und Gefahren,

die wegen der dünnen Luft und wegen der so berüchtigten hochandinen Witterungsverhältnisse (ich bekam davon bei einem Schneesturme, der mich bei einer Popokatepetlbesteigung eine halbe Stunde oberhalb der „las cruzes“ überraschte, eine Vorstellung) eine Mistibesteigung zu allen Jahreszeiten verursacht. Es war aber leider eine Utopie, Dalmatinern einen kleinen Bruchteil solcher Opfer für die meteorologische Wissenschaft zuzumuten, wie sie von peruanischen Indianern gebracht wurden.

Allem Anscheine nach wird man im dalmatinischen Karste auf eine genauere Kenntnis der Beziehungen zwischen Niederschlag und Relief noch lange warten müssen. Um aus der Fülle der sich hier aufdrängenden Fragen nur eine herauszugreifen: Welches ist wohl die nässeste und welches die trockenste Exposition? Da der Scirocco meist als SO-Wind weht, dürften die Meer- und Landseiten der dinarisch streichenden Ketten keine großen Unterschiede der Regenmengen aufweisen und betreffs der Wirkung des Scirocco auf die Niederschlagshöhe würden so die erwähnten Mosorstationen keine Kontraste gezeigt haben. Zu einem Vergleiche der Regenmengen im Luv und Lee des Scirocco wären innerhalb unserer Karte Ombrometerstationen auf der SO-Seite der Visoka und NW-Seite der Visosnica dienlich.

Die Mittelwerte der in Spalato von 1890—1910 gemessenen monatlichen Regenmengen und die in diesem Zeitraume beobachteten größten und kleinsten Monatssummen des Regenfalles sind:

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Medium	76	66	81	86	66	56	26	44	73	120	113	94
Maximum	170	146	187	283	197	138	72	159	296	282	397	169
Minimum	6	0	7	10	2	1	0	4	6	15	15	20

Die entsprechenden Werte für Sinj für den Zeitraum von 1896 bis 1910 sind:

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Medium	76	95	119	102	98	89	49	65	111	153	138	153
Maximum	205	182	228	250	225	209	89	191	325	256	342	244
Minimum	1	16	19	25	24	32	10	6	14	57	21	37

Die Regenmessungen in Clissa umfassen nur die Jahrgänge 1897—1905, jene zu Muć fallen in die Zeit zwischen 1897 und 1910, umfassen aber nur acht vollständige Jahrgänge. Die Mittelwerte und besonders die Extreme sind bei solcher Kürze der Beobachtungszeit noch von beschränkter Bedeutung. Sie seien aber bei der Spärlichkeit der aus dem Kartengebiete veröffentlichten Messungen doch angeführt.

Clissa:

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Medium	73	97	115	69	92	66	35	40	118	149	120	119
Maximum	185	187	163	97	216	137	88	159	316	259	334	244
Minimum	15	20	31	15	31	29	4	4	8	59	13	42

Muć:

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Medium	134	124	130	113	128	83	70	36	101	129	163	171
Maximum	262	265	269	291	304	116	153	102	196	236	439	308
Minimum	63	34	23	42	33	0	35	0	13	57	32	34

Die Messungen zu Dubrava umfassen — soweit sie publiziert sind — eine noch zu geringe Zahl von Jahren, als daß sie zur Bildung von Mittelwerten benützt werden könnten. Dagegen seien hier noch die ombrometrischen Ergebnisse der schon jenseits der Kartengrenze liegenden Stationen Vaganj und Prolog angereiht, da sie sich auf den gleichen Zeitraum wie jene von Sinj beziehen (Vaganj 1897—1910, Prolog 1896—1910) und so mit diesen gut vergleichbar sind.

Vaganj:

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Medium	112	148	159	155	142	133	71	83	147	216	180	206
Maximum	208	343	240	419	284	250	161	217	519	425	457	395
Minimum	48	52	9	36	19	80	20	19	27	75	22	49

Prolog:

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Medium	121	136	161	146	128	107	62	80	126	195	184	210
Maximum	280	259	265	334	271	229	101	192	375	330	388	408
Minimum	5	43	21	59	27	37	30	16	21	86	25	51

In Prozenten der Jahressumme ausgedrückt, nehmen die vorangeführten mittleren monatlichen Regenmengen folgende Werte an:

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Spalato	8·4	7·3	9·0	9·5	7·3	6·2	2·9	4·9	8·1	13·3	12·6	10·5
Clissa	6·7	8·9	10·5	6·3	8·4	6·0	3·2	3·7	10·8	13·6	11·0	10·9
Muć	9·7	9·0	9·4	8·2	9·3	6·0	5·1	2·6	7·3	9 3	11·8	12·3
Sinj	6 0	7·6	9·5	8·2	7·9	7·1	3·9	5·2	8·9	12·3	11·1	12·3
Vaganj	6·4	8·5	9·1	8·9	8·1	7·6	4·0	4·7	8 4	12·3	10·3	11·7
Prolog	7·3	8·2	9·7	8·8	7·8	6·5	3·7	4·8	7·6	11·8	11·1	12·7

Die gut vergleichbaren Werte der drei letztgenannten Stationen weichen nur in wenigen Monaten um mehr als 1% voneinander ab.

Die Werte für Clissa und Muć lassen sich aber nur mit den aus denselben Jahrgängen abgeleiteten Werten für Spalato und Sinj vergleichen, was im folgenden geschehen soll.

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Clissa	6·7	8·9	10·5	6·3	8·4	6·0	3·2	3·7	10·8	13·6	11·0	10·9
Spalato	7·7	8·3	10·5	7·5	8 5	6 5	2·7	4·0	10·0	13·2	12·5	8·6
Muć	9·7	9·0	9·4	8·2	9·3	6 0	5·1	2 6	7·3	9·3	11 8	12·3
Sinj	7·6	7·8	9·0	8·5	9·0	7·4	4·3	4·3	8 8	9·9	11·1	12·3

Hier sind die Differenzen kleiner und übersteigen nur in je einem Monate 2%. Wenn man die für die vier Stationen mit mehr als zwölfjähriger Beobachtungsdauer gefundenen Werte auf Monate von gleicher Länge reduziert, so ergeben sich nachstehende Bilder der jährlichen Niederschlagsperiode. Dieselben sind befriedigend genau, da die Fehler, welche durch die schwankende Länge des Februar entstehen, wenn man die aus den mittleren Monatssummen einer ganzen Beobachtungsperiode sich ergebenden relativen Regenmengen reduziert, anstatt das Mittel aus den auf gleiche Monatslänge reduzierten relativen Regenmengen der einzelnen Jahrgänge zu nehmen, noch nicht die erste Dezimale fälschen.

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Spalato	8·2	8·0	8·8	9·6	7·2	6·3	2 8	4·8	8·2	13·0	12·7	10 3
Sinj	5·9	8·2	9·3	8·3	7·8	7·2	3·8	5·1	9·0	12·0	11·3	12·0
Vagany	6 3	9·2	8·9	9·0	8·0	7·7	3·9	4·6	8·5	12·0	10·4	11·5
Prolog	7·2	8·9	9·5	8·9	7·6	6·6	3·6	4·7	7·7	11·6	11·3	12·4

Bei der großen Veränderlichkeit der Regenverhältnisse in Uebergangsgebieten stellen die vorstehenden Zahlen noch keinesfalls Normalwerte der relativen Niederschlagsmengen dar. Als wahrscheinlich kann der Eintritt des Hauptminimums im Juli und der des zweiten Minimums im Jänner gelten. Ersteres zeigt von der Küste gegen die Spaltentäler hin eine nur ganz schwache Abflachung, letzteres in derselben Richtung eine um ein geringes deutlichere Verschärfung. Die Normalgestalt der den beiden Regenzeiten entsprechenden Wellenberge ließe sich erst aus einer sehr langjährigen Beobachtungsreihe erkennen. Die vorliegenden Messungen scheinen darauf hinzudeuten, daß diese Wellenberge am dinarischen Rücken auffällig abgestutzt, an der Küste mehr zugerundet sind, indem sich dort für die Monate Februar bis April fast gleich hohe Werte der relativen Regenmenge ergeben und für den November sogar eine kleinere Regenmenge als wie für seine Nachbarmonate ergibt, während in Spalato der Februar noch um ein merkliches regenärmer als der April und der Dezember schon viel weniger regenreich als der

November ist. Eine nähere Analyse läßt erkennen, daß sowohl die zweite als auch die Hauptregenzeit aus der Verschmelzung je zweier Wellenberge hervorgehen. In allen vier Stationen fielen in ungefähr zwei Dritteilen der Beobachtungsjahre auf die durch die zwei Minima getrennten Zeitabschnitte je zwei Maxima der relativen Regenmenge.

Das zweite Maximum der ersten Jahreshälfte, welches in der Mittelkurve als eine sehr deutlich ausgesprochene Stufe in Erscheinung tritt, entspricht dem Ausklingen des aus den benachbarten Gebieten mit kontinentaler Regenverteilung hereinreichenden Frühsommermaximums. Für die Wasserführung der Quellen ist der genetische Unterschied zwischen dem ersten und zweiten Scheitel der Regenzeit des ersten Halbjahres insofern wichtig, als die Regen des Vorfrühlings mehr den Charakter von Landregen, jene des Vorsommers mehr den von Gußregen haben und letztere in Gebieten mit verminderter Durchlässigkeit zur Quellenspeisung weniger beitragen können.

Die in den Stationen des Landinneren auch in der Mittelkurve angedeutete Spaltung der Hauptregenzeit könnte man damit in Beziehung bringen, daß infolge der durch die Oktoberregen erzeugten Poljenüberschwemmungen die bei der herrschenden Luftfeuchtigkeit allerdings nicht große Verdunstung eine Zunahme erfährt und so — da die Luftwärme gleichzeitig in Abnahme begriffen ist — gegen Ende des Herbstes hin eine Steigerung der Kondensationsbedingungen eintritt. Die Hauptursache der Herbstregen, die sich einstellende zyklonale Luftdruckverteilung über der Adria ist aber in Dalmatien gerade im November am stärksten ausgeprägt und dieser Umstand muß wohl jeder Tendenz zur Spaltung des Herbstmaximums des Regenfalles entgegenwirken. Es ist darum leicht möglich, daß es sich bei dieser Andeutung von Spaltung in der Mittelkurve um eine von der jeweiligen Beobachtungsperiode abhängige Erscheinung handelt.

Die aus den vorliegenden Beobachtungen sich ergebenden Mittelwerte und Extreme der Jahressumme des Niederschlages sind:

	Spalato	Clissa	Muć	Sinj	Vaganj	Prolog
Medium . . .	902	1093	1382	1249	1752	1656
Maximum . .	1445	1355	1639 [1])	1698	2162	2016
Minimum . . .	676	838	984	696	1349	1378

In Prozenten des Mittelwertes ausgedrückt sind die vorstehenden Extreme:

Maximum . .	160·2	124·0	118·6	136·0	123·4	121·7
Minimum . .	74·9	76·7	71·2	55·7	77·0	83·2

[1]) Mit Ausschluß des für 1900 mitgeteilten ganz exzeptionellen Wertes von 4676.

Die vorangeführten Werte lassen wegen der ungleichen Länge der Beobachtungszeiträume keinen näheren Vergleich zu und können über die in der Küstenregion, in den Aufbruchstälern und auf den Bergen Mitteldalmatiens im Durchschnitte und im Mindestfalle zu erwartenden jährlichen Regenmengen nur ein ganz ungefähres Bild geben.

Man kann so in der Küstenzone im Durchschnitte beiläufig 1000, in den Aufbruchstälern etwa 1300 und auf den höheren Gebirgen über 1700 *mm* Jahresniederschlag erwarten. Die absoluten Minima der jährlichen Regenmenge dürften, da die Mindestwerte 16—21jähriger Reihen wenig unter 700 *mm* hinabgehen, bei etwa 500 *mm* liegen. Ungefähr so groß mögen die absoluten Maxima der Monatssummen des Regenfalles in den Gebirgen sein. Ein Vorkommen ganz regenloser Monate weist die längste der vorliegenden Beobachtungsperioden sowohl im Sommer als auch im Winter auf.

Es gilt, wie man sieht, auch für Mitteldalmatien, daß die vielbeklagte Wasserarmut des Karstes von wesentlich anderer Art ist als jene in den Wüsten. Die Menge des vom Himmel gespendeten Wassers ist in den mediterranen Karstgebieten ziemlich groß und durch entsprechend zahlreiche Anlagen von Zisternen und Stauweihern ließe sich jeder Wassernot vorbeugen. Es fehlt nur gänzlich eine auch nur halbwegs gleichmäßige Verteilung der Quellen und der fließenden Gewässer und es ist dort, wo in weitem Umkreise Quellen fehlen, überaus schwierig, die in den Boden eingedrungenen und sich in größeren Tiefen sammelnden Wassermassen künstlich zu gewinnen. In den Wüstengebieten sind dagegen die Regenmengen sehr gering und ist durch Abfangung derselben vor ihrem Eindringen in den Boden nur wenig Wasser zu gewinnen, dagegen der Versuch, aus Nachbargebieten stammendes Wasser aus der Tiefe heraufzuholen, manchmal (als nächstliegendes Beispiel pflegt man hier die Algerische Sahara anzuführen) unschwer ausführbar und von großem Erfolge gekrönt.

Wasserstände und Abflußmengen.

Tägliche Pegelmessungen finden im Dienste des hydrographischen Zentralbureaus seit dem Jahre 1894 bei den Cetinabrücken von Han und Trilj statt. Diese beiden Brücken liegen ziemlich genau an jenen Stellen, wo das Sinjsko polje von der Cetina betreten und verlassen wird; ein Vergleich der Messungen an den genannten beiden Orten kann so Aufschlüsse über die Aenderung der Wasserstandsverhältnisse innerhalb der genannten Flußebene liefern. Von den sonst noch längs der Cetina errichteten Pegelstationen ist hier noch jene bei der Brücke von Panj zu erwähnen, da sie nur soweit flußaufwärts von der Nordgrenze des Blattes Sinj—Spalato gelegen ist, als diese Grenze hier bei der Quellenbeschreibung überschritten wurde. Die Pegelmessungen in Panj begannen aber erst im Juli 1905. Eine Betrachtung der Pegelstände hat im oberen Cetinagebiete bei einer Erörterung des Quellenphänomens mehr Bedeutung als in vielen anderen Flußgebieten. Bis zum Eintritte der Cetina in das Sinjsko polje erfolgt

die Verstärkung des Abwassers ihrer Ursprungsquelle nur zum geringsten Teil durch Nebenflüßchen und zum allergrößten Teile auch wieder durch Quellen. Die Schwankungen der Pegelstände erscheinen hier so weniger als anderwärts durch die Verdunstung über der Flußoberfläche beeinflußt und spiegeln mehr die Schwankungen der Ergiebigkeit der großen Karstquellen des Gebietes wieder.

Am meisten mag dies wohl von den Wasserständen bei Panj gelten, da die Cetina kurz oberhalb dieses Punktes durch die Zasiokquellen, die Majdenquelle, die Crno vrelo und Peruca gewaltig verstärkt wird und sich so noch bei Panj gleichsam wie das Abwasser einer riesigen Karstquelle verhält. Auch bei Han zeigt sie nach Aufnahme der mächtigen Ruminquellen wohl noch ein ähnliches Verhalten, wogegen die Pegelstände bei Trilj schon ausgesprochenen Flußwasserständen entsprechen, da die Quellwässer von Ruda und Grab, welche die Cetina im Sinjsko Polje noch aufnimmt, erst in größerer Entfernung von ihren Austrittsorten in die Cetina münden.

Die Durchschnittswerte und Extreme der bei Han und Trilj beobachteten mittleren monatlichen Wasserstände im Zeitraume von 1894—1910 sind:

Han:

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Medium	105	109	122	143	144	92	52	37	43	85	112	141
Maximum	185	211	193	222	225	167	107	53	142	175	231	235
Minimum	53	46	32	78	91	44	31	24	24	24	30	61
Trilj:												
Medium	70	71	80	90	82	51	24	10	11	39	69	105
Maximum	134	158	125	154	130	103	45	30	97	105	171	174
Minimum	21	17	28	43	41	13	0	—10	—41	— 7	— 1	24

Um den jährlichen Gang der Wasserstände zu Han und Trilj mit der Jahresperiode der Niederschläge zu Sinj und Vaganj zu vergleichen, kann man erstere wie letztere in prozentualen Abweichungen vom Jahresmittel darstellen, wobei die für die Niederschläge erhaltenen Zahlenwerte sozusagen in Form pluviometrischer Exzesse ausgedrückte pluviometrische Quotienten sind.

	J.	F.	M	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Han	+ 6	+ 10	+ 23	+ 44	+ 45	— 7	— 47	— 62	— 56	— 14	+ 13	+ 42
Trilj	+ 20	+ 21	+ 36	+ 54	+ 40	— 13	— 59	— 83	— 81	— 33	+ 18	+ 79
Sinj	— 28	— 9	+ 14	— 2	— 5	— 15	— 53	— 38	+ 7	+ 48	+ 33	+ 48
Vaganj	— 23	+ 2	+ 9	+ 7	— 3	— 9	— 52	— 44	+ 1	+ 48	+ 24	+ 40

Die Hauptverschiedenheiten im Verlaufe beider Phänomene bestehen darin, daß die Kurve der Wasserstände bis zu Beginn des Sommers eine viel höhere, in den zwei ersten Herbstmonaten eine viel tiefere Lage einnimmt als wie jene der Niederschläge. Das sekundäre Winterminimum bleibt bei den Wasserständen noch ungefähr so hoch über dem Jahresmittel, als das sekundäre Frühlingsmaximum beim Niederschlage über dieses Mittel emporsteigt. Im Oktober liegt der Wasserstand noch tief unter dem Jahresmittel, die Regenmenge hoch über demselben. Am meisten stimmt die Lage der Kurven beider Phänomene im Juni überein. Das Frühlingsmaximum und Sommerminimum verspäten sich bei den Wasserständen um je einen Monat gegen die entsprechenden Extreme des Regenfalles, das Winterminimum dehnt sich beim Wasserstande über Jänner und Februar aus, während es beim Regenfalle auf den ersteren Monat beschränkt bleibt. Das Hauptmaximum drängt sich beim Wasserstande auf den Dezember zusammen, während es sich beim Niederschlage über die drei letzten Monate des Jahres erstreckt.

Im Verlaufe der Wasserstände vom Spätherbste bis zum Frühsommer erkennt man die Summierung eines sich sehr langsam in zunehmendem Maße geltend machenden Einflusses der Hauptregenzeit und einer rascher sich einstellenden Wirkung des Winterminimums und Frühlingsmaximums des Regenfalles. Die große Verspätung im Eintritte des Herbsthochwassers nach den Herbstregen im Vergleiche zur Verspätung des Frühlingsmaximums der Wasserstände gegenüber dem entsprechenden Extrem der Niederschläge hängt mit der im ersteren Falle bei höherer Temperatur stattfindenden stärkeren Verdunstung im Zusammenhange. Die Schmalheit des spätherbstlichen Zackens in der Kurve der Wasserstände im Vergleich zur Breite des Wellenberges der Hauptregenzeit ist wohl so zu deuten, daß ein nicht unbeträchtlicher Teil der einsickernden Niederschläge tief ins Gebirge dringt und so zur Zeit, wann sich als Folge des Winterminimums des Regenfalles der oberflächliche Abfluß wieder mindert, noch nicht zu den großen Quellsträngen gelangt ist. Die im Vergleich zur relativ geringen Stärke der Frühjahrsregen auffallende Höhe des Hochwassers im Frühling erscheint dann als eine sehr verspätete Folge dieses tiefen Eindringens eines Teiles der Herbstniederschläge. Zu Beginn des Sommers verausgaben sich dann aber die letzten Reste der im Gebirgsinneren zur Aufspeicherung gelangten Wasservorräte und da nun auch die Zu- und Nachfuhr neuer Wassermengen rasch sinkt, tritt im Spätsommer Niedrigwasser ein.

Ein zahlenmäßiger Vergleich der Wasserstände mit den Niederschlägen schließt sich aus, nicht deshalb, weil die ersteren Mittelwerte, die letzteren aber Summen sind — dies würde, da ja auch Monatsmittel nur durch die Zahl der Monatstage dividierte Monatssummen sind, den Vergleich reduzierter Relativwerte nicht stören —, sondern aus dem Grunde, weil die Pegelstände nicht arithmetisch, sondern geometrisch proportional zu den Abflußmengen wachsen, und zwar proportional einer Potenz der letzteren mit einem echten Bruche als Exponenten.

Für Trilj läßt sich eine Umwandlung der Wasserstände in Abflußmengen vornehmen, da dort für sechs verschiedene Pegelstände die Tausendfachen der Sekundenliter bestimmt worden sind. Das Jahrbuch 1907 des hydrographischen Zentralbüros enthält darüber folgende Messungsresultate, von denen die ersten fünf von der Direktion der Almissa-Werke, das letzte vom genannten Büro selbst gewonnen wurden:

Wasserstand .	160	108	95	60	4	— 10
Abflußmenge .	312	149	124	76·1	28·8	18·7

In roher Annäherung ist hiernach die das gefundene Minimum übersteigende Abflußmenge gleich dem Quadrat des um 1 vermehrten zehnten Teiles des Pegelstandes, da sich in der einfachen Relation

$$M = 18{\cdot}7 + a\left(\frac{P}{10} + 1\right)^2$$

für a der Wert 0·9987 ergibt, das quadratische Glied also keinen von 1 verschiedenen konstanten Faktor erhält.

Die aus dieser einfachen Relation sich ergebenden rohen Näherungswerte der obigen Abflußmengen sind:

307·7	157·9	129·0	67·7	20·7	18·7

Von seiten des hydrographischen Zentralbüros wurde mit Hilfe der oben angeführten Messungsresultate eine Kurve gezeichnet, um die zu beliebigen Pegelständen gehörigen Abflußmengen graphisch zu ermitteln. Ich zog es natürlich vor, den Weg der Rechnung zu betreten und fand, daß sich die Beobachtungen gut durch eine Gleichung von der Form:

$$M = 18{\cdot}7 + a\left(\frac{P}{10} + 1\right) + b\left(\frac{P}{10} + 1\right)^4$$

wiedergeben lassen, wobei mir die Methode der kleinsten Quadrate für a den Wert 7·746 und für b den Wert 0·00194 ergab.

Die mit Hilfe der Formel:

$$M = 18{\cdot}7 + 7{\cdot}746\left(\frac{P}{10} + 1\right) + 0{\cdot}00194\left(\frac{P}{10} + 1\right)^4,$$

welche sich auch in der Form:

$$M = 26{\cdot}45 + 0{\cdot}775\,P + 194 \times 10^{-9}\,(P + 10)^4$$

schreiben läßt, berechneten Werte der obigen Abflußmengen und Differenzen gegen die beobachteten Werte sind:

312·4	147·7	123·7	77·5	29·5	18·7
+ 0·4	— 1·3	— 0·3	+ 1·4	+ 0·7	0·0.

Die Formel gibt demnach die Beobachtungen mit einem mittleren Fehler $< 1{\cdot}0$ und einem größten Fehler $< 1{\cdot}5$ wieder, was als sehr befriedigend bezeichnet werden kann.

Die Anordnung der Abweichungen ermöglicht es, an denselben auf Grund der Relation:

$$\triangle = 1{\cdot}44 \sin \alpha,$$

wobei α vom Pegelstande Null an zu zählen ist und dem Pegelstande 160 der Wert $\alpha = 360^0$ entspricht, noch eine Korrektion anzubringen, durch welche die mittleren Fehler auf ein Drittel, die größten Fehler auf die Hälfte der Einheit reduziert werden; doch erscheinen die berechneten Werte auch schon ohne diese Verbesserung zum Gebrauche geeignet.

Man erhält so für nachstehende Pegelhöhen (P.) folgende Abflußmengen (M.):

P.	M.	P.	M.	P.	M.	P.	M.
10	34·2	50	67·7	90	115·6	130	201·7
20	42·1	60	77·5	100	132·3	140	233·1
30	50·2	70	88·6	110	151·9	150	269·8
40	58·6	80	101·2	120	174·8	160	312·4

Das Vorkommen eines von der vierten Potenz einer Variablen abhängigen Gliedes läßt eine Verwendung der vorstehenden Formel für Extrapolationen nur in sehr beschränktem Maße zu. Im Laufe des bisherigen Beobachtungszeitraumes haben aber die Hochwässer — ein einziges Jahr ausgenommen — den Pegelstand 160 erheblich, in vier Jahren sogar sehr bedeutend überschritten. Die höchsten bisher beobachteten Wasserstände waren:

275 (1908), 280 (1910), 287 (1901), 298 (1903).

Derart läßt sich für die größeren Hochwässer eine Umwandlung der Pegelhöhen in Abflußmengen noch nicht in befriedigender Weise vornehmen, solange nicht auch für einige sehr hohe Pegelwerte die zugehörigen Abflußmengen gemessen sind und so die Grundlagen für die Entwicklung einer weitreichenden Formel vorliegen.

Natürlich muß für die den Wert 160 weit übersteigenden Pegelstände auch jede Ermittlung der Wassermengen durch graphische Extrapolation ein sehr fragwürdiges Ergebnis liefern.

Die Mittelwerte und Extreme der charakteristischen Wasserstände zu Han und Trilj sind:

	Han			Trilj		
	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.
Tiefster Wasserstand	22	36	16	— 7	5	— 50
Höchster Wasserstand	293	330	275	227	298	160
Längstdauernder Wasserstand . .	40	55	25	40	105	5

Die Grenzen, innerhalb welcher die Wasserstände schwanken, liegen demzufolge in Trilj erheblich weiter auseinander als in Han.

Wie von seiten des hydrographischen Zentralbüros zutreffend bemerkt wurde, läßt sich im Cetinagebiete ein Vergleich zwischen Niederschlag und Abfluß in absoluten Zahlenwerten nicht anstellen, da es noch unbekannt ist, ein wie großer Teil des östlich vom westbosnischen Gebirgsbogen gelegenen Poljengebietes der Cetina tributär ist und ein wie großer Teilbetrag des nicht verdunstenden Anteiles der in diesem Gebiete und im Flußtale der Cetina selbst fallenden Niederschläge nicht in diesen Fluß gelangt und auf unterirdischen Wegen dem Meere zustrebt. Dagegen würde ein Vergleich der relativen Regenmengen im oberen Cetinatale, im Livanjsko polje und im Busko Blato mit den Relativwerten der Abflußmengen bei Trilj sehr interessante Resultate zeitigen können. Ein solcher Vergleich würde aber eine größere Arbeit für sich sein und kann hier, wo die hydrophysikalischen Verhältnisse des Cetinagebietes nur im Anschlusse an eine quellengeologische Beschreibung desselben kurz gestreift werden sollen, nicht geboten werden.

Flußtemperaturen.

In Han und Trilj wurden zugleich mit den Pegelablesungen auch fortlaufende Beobachtungen der Temperatur der Cetina angestellt. Die Reihe der vollständigen oder nur kleine interpolierbare Lücken aufweisenden Jahrgänge beginnt am ersteren Orte im Jahre 1899, am letzteren mit dem Jahre 1903. Die Beobachtungen fanden nur einmal täglich und in verschiedenen Jahren zu ungleichen Terminen statt. Hierdurch wird, da auch Flüsse bei klarem Wetter eine nicht unbedeutende tägliche Temperaturschwankung aufweisen, die Verwertbarkeit der angestellten Beobachtungen zu Vergleichen und Mittelbildungen sehr eingeschränkt, da keine solchen Untersuchungen über den täglichen Wärmegang der Cetina vorliegen, die für die Reduktion der Thermometerablesungen auf denselben Termin als ausreichende Grundlage in Betracht kämen.

Sofern nur die Gewinnung eines ungefähren Bildes der Verhältnisse erstrebt wird, kann man immerhin zur Bildung von Mittelwerten und zur Heraussuchung von Extremen schreiten. Im folgenden sind die mittleren und extremen Monatsmittel der Flußtemperatur angeführt, welche sich für den Zeitraum 1903—1910 ergeben. Die Beobachtungsstunde war zu Han in sechs von diesen acht Jahren 12 Uhr mittags, zu Trilj gleichfalls in sechsen dieser Jahre 6 Uhr morgens. Die Anführung der Extreme ist insofern zulässig, als die aperiodischen Jahresschwankungen der Flußtemperatur die periodische Tagesamplitude derselben übertreffen. Zu Trilj fiel keines der beobachteten höchsten Monatsmittel auf jenen Jahrgang, in welchem die Ablesungen nicht morgens, sondern mittags stattfanden und zu Han fielen nur drei der zur Beobachtung gelangten tiefsten Monatsmittel auf jenes Jahr, in welchem die Ablesungen nicht mittags, sondern um 9 Uhr vormittags erfolgten.

Han:

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Medium	5·7	6·4	8·6	10·2	12·4	15·0	17·0	17·2	15·5	12·9	9·0	7·4
Maximum	7·5	8·2	9·8	11·1	14·3	16·3	18·5	18·0	17·3	15·6	10·2	8·8
Minimum	4·4	4·5	7·0	8·9	10·9	13·3	15·8	15·4	14·3	11·1	6·0	5·9

Trilj:

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Medium	5·7	6·0	8·0	9·6	12·6	14·9	16·5	16·9	14·4	12·3	9·4	7·5
Maximum	6·3	7·3	8·9	10·5	14·8	16·6	17·7	18·2	16·7	15·1	11·4	10·0
Minimum	4·7	2·7	6·8	8·4	11·1	13·2	14·6	15·0	13·0	10·2	7·8	6·2

Aus diesen Monatsmitteln habe ich folgende Gleichungen des jährlichen Temperaturganges berechnet:

Han:

$$y = 11{\cdot}44 + 4{\cdot}83 \sin (30\,x + 255^0\,21') + 0{\cdot}56 \sin (60\,x + 357^0\,27') + 0{\cdot}17 \sin (90\,x + 243^0\,26')$$

Trilj:

$$y = 11{\cdot}15 + 5{\cdot}44 \sin (30\,x + 254^0\,35') + 0{\cdot}18 \sin (60\,x + 43^0\,53') + 0{\cdot}24 \sin (90\,x + 236^0\,19')$$

Der Umstand, daß der Phasenwinkel des doppelten Sinusgliedes in beiden Gleichungen so sehr verschieden ist, hängt wohl damit zusammen, daß sich dieselben auf verschiedene Tagesstunden beziehen. Die Phasenzeiten der Hauptwelle stimmen an beiden Orten nahezu überein.

Für die Höhe und die Eintrittszeit der Extreme und für die Termine des Mittelwertes im auf- und absteigenden Aste der Wärmekurve ergeben sich folgende Werte:

	Han	Trilj
Maximum	17·7 1. August	17·2 5. August
Minimum	5·3 24. Jänner	5·3 26. Jänner
Medium	3. Mai u. 27. Okt.	1. Mai u. 27. Okt.

Die höheren Werte des Jahresmittels und des Maximums der Flußwasserwärme zu Han erklären sich leicht dadurch, daß sie sich auf eine wärmere Tagesstunde beziehen als jene zu Trilj. Die für gleiche Stunden der wärmeren Tageshälfte geltenden Mittelwerte und Maxima wären wohl in der weiter flußabwärts gelegenen Station höher.

Es ist von Interesse, die Abweichungen der Flußtemperatur bei Han mit den gleichzeitigen Abweichungen der Lufttemperatur in Sinj zu vergleichen, und zwar mit den Abweichungen der Tagesmittel der Luftwärme, da wegen der Verschiebung des Maximums der Flußtemperatur auf den Beginn des Abends die Flußwasserwärme um die Mittagsstunde dem Tagesmittel nahe stehen dürfte. Für den Vergleich wurden die im Jahrbuche der Meteorologischen Zentralanstalt angeführten Temperaturwerte von Sinj benützt, welche von den im Jahrbuche des Hydrographischen Zentralbüros mitgeteilten zum Teil um einige Zehntel differieren.

Die durchschnittliche mittlere Abweichung der Monatsmittel vom Gesamtmittel des in Betracht gezogenen achtjährigen Zeitraumes betrug bei der Flußtemperatur ± 0·90°, bei der Luftwärme ± 1·23°. Die Abweichung war bei der Flußtemperatur in 44% der Fälle, bei der Luftwärme in 55% der Fälle < 1·0°. Der Vergleich ergab nun, daß die Luft- und Flußwasserwärme in 72 von den verglichenen 96 Monaten, das ist in 75% der Fälle, eine Abweichung im gleichen Sinne zeigten. In 43 Monaten (44% der Fälle) wiesen die gleichsinnigen Abweichungen auch eine gewisse Größenähnlichkeit auf, indem sie bei beiden Temperaturen kleiner oder größer als 1·0 waren. Entgegengesetzte Abweichungen > 1·0 kamen dagegen nur in 3% der Fälle vor. Die 72 gleichsinnigen Abweichungen waren in folgender Weise auf die verschiedenen Monate verteilt:

J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
5	8	7	4	5	5	6	8	7	4	6	7

Die größere Häufigkeit der Uebereinstimmung in den extremen Jahreszeiten könnte dahin gedeutet werden, daß die in denselben sich öfter einstellenden Ursachen größerer thermischer Anomalien: langdauernde Ausstrahlung und Besonnung, auch die Wassertemperaturen entsprechend stark beeinflussen, während die in den Uebergangsjahreszeiten als Ursachen größerer Abweichungen der Luftwärme mehr in Betracht kommenden Winde auf die Flußtemperaturen eine geringere Wirkung ausüben. Allerdings sollte dann gerade im mittleren Wintermonate die Uebereinstimmung eine große sein.

Die beobachteten Flußtemperaturen lassen sich betreffs ihrer Abweichungen vom Mittel nicht genau vergleichen, da bei manchen Witterungstypen für verschiedene Tagesstunden eine Tendenz zu Abweichungen nach verschiedener Richtung hin besteht. Beim durchschnittlichen täglichen Bewölkungsgange der wärmeren Jahreshälfte neigen allerdings sowohl die Morgen- als auch die Mittags- und Nachmittagstemperaturen des Flußwassers — erstere wegen unbehinderter Ausstrahlung, letztere wegen verminderter Besonnung — zu einer Depression unter das Gesamtmittel. Die Zahl der Monate, in welchen innerhalb acht Jahren zu Han und Trilj die Flußtemperaturen im selben Sinne abwichen, war 71, die Zahl der Fälle, in welchen die

Abweichungen der Monatsmittel an beiden Orten kleiner oder größer als 1·0 waren, betrug 36.

Die jährliche Verteilung der gleichsinnigen Abweichungen war eine ziemlich gleichmäßige, wie sich aus folgendem ergibt:

J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
4	7	5	6	6	5	6	6	7	7	6	6

Ueber die tägliche Temperaturschwankung der Cetina bei Trilj habe ich zwei Messungsreihen gewonnen. Leider waren die mir hierfür zur Verfügung gestandenen Tage, die beiden Pfingstfeiertage des Frühlings 1905, in welchem ich mich zwecks der geologischen Detailaufnahme der südlichen Umrandung des Sinjsko polje in Trilj aufhielt, ziemlich trüb, so daß sehr abgeflachte Temperaturwellen zur Beobachtung gelangten. In erster Linie ist es aber bei der Tagesschwankung der Flußwasserwärme von Interesse, ihr Höchstmaß bei ganz unbehinderter Besonnung zu ermitteln; erst bei Gelegenheit zu längerer Fortsetzung der Messungen wird man auch das Minimum der Amplituden und den Durchschnittswert derselben festzustellen suchen. Die abgelesenen Thermometerstände waren:

11. Juni 1905		12. Juni 1905	
4 h 30 am	12·66	4 h am	12·38
5 h 30 am	12·62	6 h am	12·36
6 h 30 am	12·62	8 h am	12·42
7 h 30 am	12·56	10 h am	12·88
8 h 30 am	12·58	12 h am	13·60
10 h 30 am	12·80	2 h pm	14·06
12 h 30 pm	13·10	4 h pm	14·58
2 h 30 pm	13·38	6 h pm	14·62
3 h 30 pm	13·50	8 h pm	14·28
4 h 30 pm	13·60	10 h pm	13·80
5 h 30 pm	13·66	—	—
6 h 30 pm	13·60	—	—
8 h 30 pm	13·40	—	—

Die Amplitude betrug am ersten Messungstage, an welchem es nachmittags sogar zum Regnen kam, nur 1·10⁰, am zweiten nur 2·26⁰. Es ist nicht zu zweifeln, daß bei ungestörter Insolation im Monate des höchsten Sonnenstandes die Tagesschwankungen der Flußwasserwärme 4⁰ übersteigen. Auch in den Wintermonaten mögen sie bei unbehinderter nächtlicher Ausstrahlung nicht unbedeutend sein. Bemerkenswert erscheint es, daß, während sich das Morgenminimum gegen das der Luftwärme nur wenig verspätet zeigte, das Maximum erst in den ersten Abendstunden eintrat, so daß die um Mittag erreichte Temperatur erst spät abends wieder unterschritten wurde. Bei

größeren Alpenbächen habe ich bei klarem Wetter als durchschnittliche Eintrittszeit des Scheitels der täglichen Wärmekurve 4 Uhr bis $^1/_2$ 5 Uhr nachmittags gefunden. Die hier angeführten Messungen ermöglichten es natürlich noch in keiner Weise, die fortlaufenden, täglich einmaligen Beobachtungen der Flußtemperatur auf eine und dieselbe Tagesstunde zu reduzieren.

Ueber die tägliche Temperaturbewegung im Jadro habe ich am 23. Juni 1905 eine Untersuchung angestellt. Es wurden an vier Stellen des Flußlaufes die Wassertemperaturen vom Morgen bis zum Abend zweistündlich abgelesen und so eine thermoplethische Darstellung gewonnen, welche einerseits die örtliche Aenderung des täglichen Wärmeganges, anderseits den täglichen Gang der örtlichen Temperaturänderung zu erkennen gestattete. Die Insolation kam selbigen Tages gänzlich ungestört zur Geltung; die beobachteten Werte bezeichnen so im Hinblick auf den Zeitpunkt der Messungen das Höchstmaß von Insolationswirkung auf das Flußwasser. Die vier zur Messung ausgewählten Stellen waren die Brücke zwischen den oberen und unteren Jadromühlen (II), die kleine Brücke beim Café Diokletian in Salona (III), die Brücke der Straße nach Spalato (IV) und die Eisenbahnbrücke, welche den Jadro gerade an dessen Mündung überquert (V). Dazu kam noch der Flußursprung (I), dessen Temperatur als nahezu konstant betrachtet werden durfte und nur einmal des Morgens gemessen wurde (11·08°). Die durch graphische Interpolation aus den übrigen Messungen erhaltenen, auf gleiche Zeiten reduzierten Thermometerstände waren:

	5 am	7	9	11	1 pm	3	5	7
II	13·00	13·28	13·72	14·14	14·36	14·28	13·94	13·50
III	13·00	13·32	14·14	15·08	15·57	15·54	14·90	14·04
IV	13·02	13·32	14·14	15·20	15·88	16·00	15·40	14·32
V	13·40	13·48	14·26	15·40	16·53	16·84	16·34	15·16

Für die Wärmemaxima ergibt die Extrapolation nachstehende Temperaturwerte und Termine:

II . . .	14·38	1^h	40^{pm}
III . . .	15·64	1^h	55^{pm}
IV . . .	16·03	2^h	25^{pm}
V . . .	16·84	2^h	50^{pm}

Es zeigte sich demnach eine örtliche Aenderung der täglichen Temperaturbewegung in der Weise, daß flußabwärts das Wärmemaximum rasch zunahm und dessen Eintrittszeit sich sukzessive mehr verspätete. Während die Zunahme eine ziemlich gleichmäßige war, erfolgte die Verspätung über die einzelnen Teilstrecken des Flußlaufes ungleichmäßig.

Für die Minima ließ sich keine graphische Ergänzung durchführen, da die Nachtstücke der Wärmekurven fehlen. Entsprechend

der flußabwärts sich vollziehenden starken Zunahme der täglichen Wärmeschwankung zeigte die örtliche Aenderung der Flußtemperatur eine sehr ausgesprochene tägliche Periode. Die Temperaturzunahme vom Ursprunge bis zur Mündung des Jadro betrug:

5 am	7	9	11	1 pm	3	5	7
− 0·03	0·40	1·18	2·32	3·45	3·76	3·26	2·08

Die flußabwärts stattfindende Temperaturzunahme zeigte eine örtliche Aenderung, welche einer täglichen Periode unterliegt. Vormittags war die Zunahme im Oberlaufe, am späteren Nachmittage und abends im Unterlaufe rascher. Den Uebergang zwischen diesen einander entgegengesetzten Bewegungsformen vermittelte ein Stadium ziemlich gleichmäßiger Zunahme zu Beginn des Nachmittags. Diese tägliche Periode resultierte aus der früher erwähnten Verspätung im Eintritte des Maximums.

Ueber die tägliche Periode der Temperaturschichtung an der Mündung des Jadro wurde von mir im Jahre 1906 eine Untersuchung vorgenommen. Es fanden während eines Tages von 4[a] bis 8[p] stündliche Ablesungen der Wassertemperatur an der Oberfläche und in vier verschiedenen Tiefen der Flußmündung statt, und zwar in $^1/_2$, 1 und 2 *m* Tiefe und am Grunde, welcher unter der Eisenbahnbrücke in 3·7 *m* Tiefe gelotet wurde. Wie im vorigen Falle sollte wieder das Höchstmaß der Insolationswirkung zur Zeit des höchsten Sonnenstandes festgestellt werden. Leider blieb diesmal der zur Vornahme der Messungen gewählte Tag, der 25. Juni, nicht klar, es kam wiederholt zu einer Verschleierung der Sonne, doch dürfte das Resultat hierdurch nicht stark beeinflußt worden sein. Die durch Ausgleichung nach der Formel $b = (a + 2b + c) : 4$ für die geraden Tagesstunden erhaltenen Wassertemperaturen waren:

	4 am	6	8	10	12 m	2 pm	4	6	8
Oberfläche .	(14·8)	15·0	15·7	16·3	16·9	17·8	17·6	16·6	(15·7)
$^1/_2$ Meter . .	(15·1)	15·2	15·8	16·5	17·1	17·8	17·7	16·9	(16·0)
1 Meter . .	(23·1)	22·9	22 7	22·8	23·1	22·5	24·6	25·4	(25·6)
2 Meter . .	(22·2)	22·4	22 3	22·3	22·4	22·3	24·2	25·5	(25·6)
Grund . . .	(21·8)	21·8	21·7	21·6	22·0	22·4	22·7	22·9	(23·3)

Das Süßwasser des Jadro, die zunächst darunterliegende Brackwasserschicht und das Wasser am Grunde zeigten einen ganz verschiedenen täglichen Wärmegang. An der Oberfläche begann die Temperatur bald nach Sonnenaufgang anzusteigen und erreichte um 3 pm ihren höchsten Wert. (17·9°.) Der Temperaturgang in $^1/_2$ *m* Tiefe stimmte mit jenem an der Oberfläche völlig überein. Im scharfen Gegensatz hierzu blieb in 1 *m* Tiefe die Temperatur vom Morgen bis

3 pm ungefähr auf gleicher Höhe, um dann am späten Nachmittag rasch emporzusteigen und während des Abends in der nun gewonnenen Höhe zu verharren. Der Temperaturgang in 2 *m* Tiefe verhielt sich jenem in 1 *m* Tiefe ähnlich. Die Wassertemperatur am Grunde ließ ein sehr schwaches Sinken bis 10^a^ und dann ein langsames Ansteigen bis in die späten Abendstunden hinein erkennen.

Der Wärmegang am Grunde erscheint wie eine in den Phasen sehr verspätete und in der Amplitude sehr abgeschwächte Wiederholung des Wärmeganges an der Oberfläche. Die oberflächlichen Wasserschichten im Salonitaner Golfe mögen eine nicht ganz unbedeutende tägliche Temperaturschwankung bei starker Phasenverspätung zeigen und ihr Auftreten in der Jadromündung dürfte auf eine durch die Jadroströmung bedingte Gegenströmung unter derselben zurückzuführen sein. In der oberen Schicht des Brackwassers scheint ein Temperaturanstieg durch das Fehlen einer solchen Strömung zunächst hintangehalten und dann infolge einsetzender Flutbewegung nachgeholt zu werden. Die Verschiedenheit der Wärmekurven des Jadrowassers, der oberen Brackwasserschicht und des Wassers am Grunde bedingte eine stark ausgeprägte tägliche Periode der vertikalen Temperaturänderung.

Die auf Grund der ausgeglichenen Werte sich für die geraden Tagesstunden ergebenden Wärmedifferenzen sind:

	4 am	6	8	10	12 m	2 pm	4	6	8
Oberfläche — 1 Meter	(8·3)	7·9	7·0	6·5	6·2	4·7	7·0	8·8	(9·9)
1 Meter — Grund .	(1·3)	1·1	1·0	1·2	1·1	0·1	1·9	2·5	(2·3)

Der Wärmeunterschied zwischen dem Süßwasser des Jadro und dem darunterliegenden Brackwasser erreichte um 2[p] sein Minimum. Die Temperaturdifferenz zwischen der oberen Brackwasserschicht und dem Wasser am Grunde blieb bis Mittags fast konstant und erreichte dann nach vorübergehendem Abfall bis fast auf Null um 5[p] ihren höchsten Wert. (2·7°.)

Quellenergiebigkeiten und Quellentemperaturen.

Über die sekundliche Abflußmenge der großen Karstquellen unseres Gebietes liegen nur die schon erwähnten Angaben des hydrographischen Zentralbüros vor. Die Ergiebigkeit der kleineren Quellen scheint — obwohl sie sich bei den in Brunnstuben mit Auslaufrohren gefaßten leicht ermitteln ließe — noch nicht Messungsgegenstand gewesen zu sein.

Über die Quellentemperaturen habe ich zahlreiche Beobachtungen angestellt. Sie waren aber — wie schon eingangs gesagt wurde — nur dazu genügend, in verschiedenen Fällen die geologische Erkenntnis des Quellenphänomens zu fördern, aber völlig unzureichend, durch ihre Zusammenfassung ein Bild der von Seehöhe und Exposition abhängigen Verschiedenheiten des Jahresmittels und der Jahres-

schwankung der Quellenwärme zu liefern. Nur für das Gebiet der Prominaschichten im Bereich des Prolog konnte ich es versuchen, die Abnahme der mittleren Jahrestemperatur der Quellen für eine mittlere Exposition durch eine Gleichung darzustellen. Sie lautet:

$$t = 13{\cdot}0 - 0{\cdot}11\, h - 0{\cdot}03\, h^2$$

und besagt, daß innerhalb des ihrer Ableitung zugrunde liegenden Höhenintervalles die Abnahme der Quellenwärme eine Beschleunigung erfährt, ein Verhalten, das dem vorhandenen Gebirgsrelief entspricht. Die durch Auflösung dieser Gleichung nach t und h sich ergebenden Werte sind (h in Hektometern):

h	t	t	h
(2·50)	(12·55)	12·0	4·20
5·00	11·70	11·0	6·55
7·15	10·50	10·0	8·30
10·00	8·90	9·0	9·85
12·50	6·95	8·0	11·20

Die Wasserversorgung im Gebiete des Kartenblattes Sinj—Spalato.

Es sollen hier anhangsweise zunächst die jetzigen, zum Teil unzureichenden Verhältnisse der Wasserversorgung besprochen und dann die für ihre Besserung sich darbietenden Möglichkeiten kurz erörtert werden. Das Trinkwasser für Spalato wird von der Jadroquelle geliefert. Die schon vor langer Zeit erbaute Leitung folgt zunächst der Südflanke des Jadrotales, um dann die Bodenwellen der Halbinsel von Spalato in schiefer Richtung zu durchqueren. Die Anlage hat bei sonst durchaus befriedigender Erfüllung ihres Zweckes den Nachteil, daß sie nach starken Regengüssen getrübtes Wasser liefert. Es kommt dies daher, daß die Wege, welche das an den verkarsteten und kahlen Hängen oberhalb der Jadroquelle einsinkende Regenwasser bis zu seinem Wiederaustritte zurücklegt, zu kurz sind, als daß sich auf ihnen eine Klärung durch Absatz der mitgerissenen Erdpartikelchen vollziehen könnte. Keinesfalls steht diese Trübung mit einer eventuellen unterirdischen Verbindung des Jadro mit der Cetina im Zusammenhange.

Anläßlich von Erwägungen, ob dem besagten Uebelstande durch eine mechanische Klärungsanlage abgeholfen werden könnte, ist aber trotzdem auch die Frage aufgeworfen worden, ob das Jadrowasser vielleicht einer Durchleitung durch ein Bakterienfilter bedürftig sei. Wie diese Angelegenheit vom geologischen Standpunkte aus zu beurteilen ist, wurde schon an früherer Stelle, bei Gelegenheit der Beschreibung der Jadroquelle auseinandergesetzt, und es wurden dort auch die Mittel angegeben, welche zu einer Entscheidung der Frage, ob dem Jadro Cetinawasser beigemischt sei, führen könnten.

Von nicht geologischen Gesichtspunkten, welche bei der angeregten Frage in Betracht kommen, sei hier hervorgehoben, daß das Wasser der Jadroquelle seit Bestand der jetzigen Leitung von Einheimischen und Fremden in Spalato ohne irgendwelchen Schaden für ihre Gesundheit getrunken wurde und noch wird und daß das Cetinawasser in gesundheitlicher Hinsicht eine wesentlich günstigere Beurteilung zuläßt als Flußwasser im allgemeinen. Die einzigen beiden im oberen Cetinatale gelegenen Ortschaften, Verlicca und Sinj liegen weit von der Cetina abseits und sind durch ziemlich undurchlässige, rein lehmige oder mit Lehm vermischte Alluvien von ihr getrennt, so daß die Abwässer dieser Orte, ehe sie schließlich ihren seitlichen Eintritt in das Bett der Cetina vollziehen mögen, jedenfalls einer völligen Reinigung unterliegen. So droht dem Cetinawasser auf der über sieben deutsche Meilen langen Strecke oberhalb jener Stelle, wo es zu kleinem Teile zum Jadro abschwenken könnte, nur von wenigen Weilern und Einzelgehöften und von einigen Mühlen her eine Verunreinigung.

Anderseits erfolgt die Verstärkung der Wassermenge des Quellteiches der Cetina größtenteils wieder durch nahe dem Flusse entspringende Quellen und nur zum geringen Teil durch Seitenflüsse. Besonders nach dem bald nacheinander stattfindenden Einflusse zahlreicher mächtiger Karstquellen zwischen Ribarić und Panj muß das Flußwasser der Cetina seiner Qualität nach wieder einem Quellwasser ähnlich sein. Die Selbstreinigung mag sich so bei der Cetina weit durchgreifender und gründlicher vollziehen als durchschnittlich bei einem Fluße in bewohnten Gegenden, da in ihr von vornherein nur sehr wenig zu reinigen ist. Wenn bei Trilj ein Konzentrations- oder Gefangenenlager errichtet würde und in demselben eine Cholera- oder Abdominaltyphusepidemie ausbräche, wäre es aber der Vorsicht wegen jedenfalls geboten, das Wasser der Jadroquelle in bezug auf seine Keimführung sogleich zu untersuchen.

Zur Versorgung von Sinj mit Trinkwasser ist in jüngster Zeit die Quelle des Kozinac bei Han herangezogen worden, nachdem die Quellen der Umgebung des Ortes den steigenden Bedarf nicht mehr zu decken vermochten. Es handelt sich hier um eine Röhrenleitung, die nach Querung der Cetina dem Ostrücken des Susnevac folgt und dann von NO her den Ort erreicht. Eine kleine Wasserleitung wurde vor einer Reihe von Jahren für Muć hergestellt. Sie führt diesem Orte das Wasser jener reichen Ueberfallquelle zu, welche nahe der oberen Grenze der oberen Werfener Schichten im Graben westlich vom Oltarnik entspringt. Mit den genannten drei Anlagen ist die Zahl der im Gebiete des Kartenblattes Sinj-Spalato für Ortschaften erbauten Trinkwasserleitungen erschöpft.

Zur Wasserversorgung der Dörfer im Cetinagebiete und in der Küstenzone dienen vorzugsweise Fassungen nahe gelegener Quellen in wohlummauerten Brunnstuben mit steinernen Auslaufrinnen oder metallenen Auslaufröhren. In dieser Art sind beispielsweise die Bukvaquelle, die Quellen bei Poljak, die Quelle von Caporice sowie mehrere Quellen in der Gegend von Clissa, Mravince und Zernovnica gefaßt. Im Sommer, wenn der Bedarf groß, die Wassermenge aber

gering ist, sind diese Dorfbrunnen oft von Wasserholenden umlagert und es entwickelt sich dann dort manch' hübsche malerische Brunnenszene. Obwohl der öfter durch Tragtiere, manchmal jedoch auch durch Personen besorgte Wassertransport in hölzernen Eimern bei etwas größerer Entfernung eines Hauses vom Dorfbrunnen viele Mühe macht, wird man hier doch noch von für dalmatinische Verhältnisse entsprechenden Wasserversorgungsanlagen reden können, da ja der in den Alpenländern oft vorhandene Idealzustand, daß in zerstreuten Siedlungen jeder Bauernhof seinen eigenen fließenden Hausbrunnen hat und auch in eng geschlossenen Dörfern auf höchstens je einige benachbarte Häuser je ein nahe gelegener Brunnen entfällt, in den Mittelmeerländern meistens nicht erreichbar ist.

Was dagegen den Wasserbezug aus in ganz roh ummauerte offene Becken gefaßte Quellen anbelangt, so wird man diesen als einen unvollkommenen bezeichnen müssen. Wenn die Austrittsstellen des Quellwassers unmittelbar zugänglich sind, ist hier allerdings auch eine völlig einwandfreie Wasserentnahme möglich. Wenn aber, wie dies häufiger der Fall, das Wasser seitlich oder vom Grunde her in ein solches Quellbecken einsickert und am oberen Rande desselben überrieselt, kann man nicht mehr von einer einwandfreien Wasserbezugsart sprechen. Allerdings liegt es im Interesse der auf eine solch' primitive Brunnenanlage Angewiesenen, dieselbe möglichst klar zu halten und durch die stetige Wassererneuerung erscheint die Reinerhaltung ja einigermaßen gewährleistet; man trifft aber doch so manche derartige Anlage, die durch das Vorkommen von Algen und allerlei Getier einen sehr unerfreulichen Eindruck macht. Solche primitive Quellenfassungen trifft man im Vrba- und Suvajatale und im Gebiete von Muć, dann auch im Osten des Sinjsko polje und im Vorlande des Mosor.

In Gegenden, wo es infolge des Vorhandenseins durchlässiger Quartärgebilde zur Ansammlung von Grundwasser kommt, so im Bereich der Flußanschwemmungen und der Anhäufungen von Strandgeröll, gibt es auch Schachtbrunnen mit durch die jährliche Regenperiode bedingten mehr oder minder großen Schwankungen des Wasserspiegels. Die Brunnen an der Küste zeigen manchmal auch Spiegelschwankungen infolge des Wechsels ablandiger und das Meerwasser gegen die Küste drängender Winde, vielleicht auch kleine Oszillationen infolge des Gezeitenwechsels, sowie auch Aenderungen in der Beschaffenheit des Wassers, indem es bei hohem Stande süß, bei tiefem Stande brackisch schmeckt.

In ähnlicher Weise wie in den quellenführenden Gebieten steht auch in den quellenlosen Karstregionen die Wasserversorgung auf sehr verschieden hoher, bzw. tiefer Stufe. Für einige Ortschaften sind Dorfzisternen mit umfangreichen Auffangflächen und großem Fassungsraume erbaut worden. Ziemlich zahlreich sind kleine Hauszisternen; die Pfarrhöfe, Gendarmerie- und Finanzwachposten, manche Wirts- und Privathäuser sind mit solchen ausgestattet. Wo in weitem Umkreise kein Quellwasser zu haben ist und auch die Wasserschätze der Tiefe unerreichbar scheinen, wird man die Wasserversorgung durch Zisternen als eine ganz zweckentsprechende bezeichnen können. Auf Grund

vieler Erfahrungen kann ich von guter Qualität des Wassers in solchen Fällen, wo die Zisternen reinlich gehalten werden, berichten. Manchmal freilich deutet häufiges Vorkommen von Cyklops auf mangelnde Obhut hin. Des Genusses eines ausgezeichneten, mit dem Wasser von Gebirgsquellen wetteifernden Zisternenwassers erfreute ich mich während meines einwöchentlichen Aufenthaltes auf der hoch oben am Svilajakamme einsam stehenden Forsthütte.

In den mehr abgelegenen Gegenden, so am Moseć und in der Zagorje, auf den Vorhöhen des Prolog und am Mosor trifft man primitive Zisternen, bei deren Anlage natürliche Felsschlote benützt wurden. Versperrbare Holzdeckel bieten auch hier eine gewisse Gewähr dafür, daß Verunreinigungen hintangehalten werden und auch bezüglich des aus solchen Zisternen geschöpften Wassers kann ich sagen, daß es von mir manchmal sehr gut befunden wurde. Naturgemäß ist der Fassungsraum solcher Wasserbehälter zuweilen ein geringer. Tiefen Eindruck machte es mir, als ich einmal auf der Radinje sah, wie schon im Juni eine Hirtin eine Schnur von ihrem Gewande löste, um das Seil des Schöpfkübels soweit zu verlängern, daß dieser bis zum Wasserspiegel der Zisterne hinabgelassen werden konnte. Wie schlimm mag es dort damals mit der Wasserversorgung gegen Ende der sommerlichen Trockenzeit bestellt gewesen sein!

Manchmal wird das Trinkwasser nur aus Bunaren, roh ummauerten, runden offenen Schächten entnommen, und diese Art des Wasserbezuges muß als eine sehr unpassende bezeichnet werden. Wenn es sich auch hier nicht ausschließlich um Ansammlungen von Regenwasser handelt und Zusickerungen aus dem Erdreiche der Umgebung stattfinden, so ist doch in diesen Schächten die Inhaltserneuerung äußerst ungleichmäßig und das Wasser der Gefahr starker Verunreinigung ausgesetzt.

Im Gegensatze zu den Quellbunaren mit ihrem klaren Wasser enthalten diese Wasserschächte trübes, den bescheidensten gesundheitlichen Anforderungen nicht entsprechendes Wasser. Besonders bei abnehmender Füllung nimmt der Inhalt solcher Bunare eine Abscheu erregende Beschaffenheit an. Man sieht da manchmal nur eine rotgelbe Tunke über die Steine am Schachtgrunde ausgebreitet. Womöglich noch schlimmer ist es, wenn — wie man dies allerdings nur ausnahmsweise zu sehen bekommt — das Wasser aus Lokven, den durch lehmigen Untergrund sich haltenden Tümpeln, entnommen wird, da diese einer starken Verunreinigung durch das Weidevieh unmittelbar ausgesetzt sind. Manchmal wundert man sich, daß zu solchen höchst beklagenswerten Formen des Wasserbezuges auch gegriffen wird, wenn Quellwasser — allerdings nur in geringer Menge — in verhältnismäßig nicht zu großer Entfernung erreichbar wäre. Es weist dies auf eine betrübende Unterschätzung des gesundheitlichen Wertes guten Trinkwassers hin, der allerdings auch Fälle, in denen zur Erlangung solchen Wassers weite Wege nicht gescheut werden, gegenüberstehen.

Die Verbesserungen, welche die jetzige Wasserversorgung im mittleren Dalmatien erfahren könnte, beträfen eine Vermehrung rein gehaltener Zisternen, eine erhöhte Ausnützung der im Gebiete vorhandenen Quellen, besonders der großen Karstquellen und die Aufschließung von Wasseradern, insonderheit eine Hebung der großen Wasser-

vorräte der Tiefen. Die Anlage von Zisternen wird in einem Lande wie Dalmatien stets als eines der Mittel der Wasserversorgung in Betracht kommen. Die Möglichkeit, den Wasserbezugsort ganz beliebig zu wählen und stets bei entsprechender Voraussicht die erforderliche Wassermenge zu erhalten, endlich die genaue Vorausbestimmbarkeit der Kosten beinhalten gegenüber anderen Methoden des Wasserbezuges, bei denen entweder die Zuleitung des Wassers schwierig oder die zuleitbare Wassermenge bei Steigerung des Bedarfes unzureichend werden kann oder — sofern das benötigte Wasser erst aufgeschlossen werden soll — die Kosten nicht näher vorausbestimmt werden können, gewisse Vorteile, durch die die Nachteile der Wasserversorgung mit Zisternenwasser gegenüber jener mit Quell- oder Grundwasser mehr oder minder kompensiert werden können. Es ist in letzterer Zeit für die Anlage größerer Dorfzisternen manches geschehen und es ist auch die Zahl der Hauszisternen größer geworden; es gibt aber in den verkarsteten quellenlosen Teilen des Gebietes noch immer viele Siedlungen, welche des Besitzes einer guten Zisternenanlage entbehren.

Was die Heranziehung der Karstquellen Mitteldalmatiens zu Zwecken der Wasserversorgung anbelangt, so könnten sich da große Zukunftsbilder entrollen. Die vielen mächtigen und prachtvollen Quellen, welche die Cetina vor ihrem Eintritte in das Sinjsko polje linkerseits empfängt, liefern selbst noch im Sommer eine stattliche Wassermenge, die bei vollster Ausnützung imstande wäre, einem großen Bedarfe zu genügen. Sollte es einmal zur Entwicklung einer mitteldalmatischen Riviera kommen, so würde die Frage der Wasserversorgung des Kastellaner Küstenstriches brennend. Die Quellen von Castel vecchio vermöchten nur ihre nähere Umgebung mit Trinkwasser zu versorgen. Das Flyschgelände zwischen diesem Orte und der Gegend von Salona käme bei seiner teils ganz oberflächlichen Entwässerung, teils sehr spärlichen Schuttquellenführung als Spender größerer Quellwassermengen gar nicht in Betracht. Die Möglichkeit, durch Anbohrung des Kalkgebirges hinter der Flyschzone gewaltige Wassermengen zu erschließen, wird man zwar als gegeben ansehen dürfen; es wäre aber auch mit der Eventualität zu rechnen, daß ein Versuch, die unterirdischen Wasserschätze des Koziak und Golo Brdo künstlich in ähnlicher Weise anzuzapfen, wie die Wasserschätze des Mosor durch den Jadro und Stobrec potok natürlich angezapft sind, fehlschlüge.

Die Gewähr einer ausgiebigen Wasserversorgung des ganzen Küstenstriches der Kastelle wäre aber gegeben, wenn man die mächtigen Cetinaquellen zwischen Zasiok und Karakasica zu diesem Zwecke heranzöge. Die Möglichkeit, in tiefer Lage entspringendes Quellwasser auf ein Karstplateau hinaufzupumpen und über dieses bis zur Küste hinzuleiten, ist durch die Wasserversorgungsanlage von Sebenico erwiesen. Diese Anlage entnimmt das Wasser einer beim untersten Kerkafalle wenig über dem Meeresspiegel entspringenden großen Quelle und führt es mittels einer in etwa 80 *m* Seehöhe großenteils unter Tag verlaufenden Leitung von ungefähr 10 *km* Länge seinem Bestimmungsorte zu. Die erwähnten Cetinaquellen entspringen in etwa 320 *m* Höhe, wogegen das Plateau

zwischen dem Sinjsko polje und der Küstenzone durchschnittlich 360 *m* Höhe aufweist. Die gedachte Leitung hätte zunächst die Südhänge des Berges Drven bei Potravlje zu nehmen und würde dann über die Vorhöhen der Pliševica und nach Querung der Sutina über die Vorstufen der Visoka zu führen sein, um dann im großen und ganzen der Bahntrasse von Sinj nach Clissa zu folgen. Ihre Länge betrüge so etwa 25 *km*. Die Leitung könnte in jener Höhe, in welcher sie den Karstplateaurand hinter Clissa erreichte, an den Südflanken der Marčesina greda, des Golo brdo und Koziak weitergeführt werden und so zur Bewässerung des Kastellaner Küstenstriches in seiner ganzen Längserstreckung und Breitenausdehnung dienen. Dieses Gelände ließe sich so bei seiner großen, durch Wärmereflex gesteigerten klimatischen Begünstigung und seinem guten Boden in ein herrliches Gartenland verwandeln und es könnten noch das Polje von Dicmo, die Gegend Kusak und das Dugo polje des Vorteiles reichlicher Bewässerung teilhaftig werden. Bei einer Wassergewinnung mittels erfolgreicher Durchbohrung der Flyschvorlage des Koziak würde sich dagegen — da der Stollen in möglichst geringer Höhe über dem Meeresspiegel vorzutreiben wäre — die Wasserversorgung der höheren Geländeteile umständlich gestalten und den Gebieten zwischen Sinj und Clissa käme kein Nutzen zu. Um auch im Sommer nicht nur genügend Trinkwasser, sondern auch ausreichendes Nutzwasser zu erhalten, müßte man entsprechend große Reservoire anlegen.

Den Einwand, daß das hier entwickelte Projekt zu amerikanisch anmute, wird nur Derjenige erheben, der in der Anschauung, Dalmatien sei in volkswirtschaftlicher Beziehung für allezeit zur Schlichtheit und Bescheidenheit verurteilt, derart festgewurzelt ist, daß er sich überhaupt nicht zur Vorstellung aufraffen kann, daß in diesem Lande jemals etwas wahrhaft Großzügiges geschaffen würde. Selbstverständlich würde man das eben angedeutete Projekt nur in Erwägung ziehen, wenn das Ufergelände der Kastelle in eine Riviera vom Style der französischen verwandelt würde, eine Umgestaltung, die man sich nur mit gleichzeitigem Emporblühen Spalatos zu einem erstklassigen Mittelmeerhafen denken könnte. Wenn die geplante Schöpfung einer mitteldalmatischen Riviera nur darin bestünde, daß an den Ufern des Golfes der sieben Kastelle zwei oder drei Hotels vom Range der jetzt in Spalato vorhandenen erstehen würden und sonst alles beim alten bliebe, könnte sich der Bau einer großartigen Wasserleitung allerdings nicht lohnen. Inwieweit der Wegnahme eines Teiles der Cetina schwere wasserrechtliche Hemmnisse entgegenstünden und inwieweit dieselben überwindbar wären, ist hier nicht der Platz zu untersuchen. Es konnte hier nur auf den Bestand der geographischen Vorbedingungen für eine großzügige Wasserversorgungsanlage und auf deren technische Ausführbarkeit hingewiesen werden. Eine Betrachtung des Projektes von der juridischen und finanziellen Seite sei Anderen überlassen.

Von den Karstquellen des Küstengebietes schiene die bei der Trogirska mulina entspringende dazu berufen, der Stadt Traú dienstbar gemacht zu werden. Der Trinkwasserbedarf dieser kleinen Stadt wird derzeit durch den Dobrićbrunnen befriedigt, welcher an der

Festlandsküste gegenüber von Traú gelegen ist und an der Grenze der quartären Schuttbedeckung gegen das unterlagernde Tertiär sich sammelndes Wasser liefert. Die Gewinnung desselben erfolgt durch eine Pumpenanlage mit Handbetrieb und das Wasser muß in die allerdings ganz nahe Stadt getragen werden. Die Quelle von Trogirska mulina ist aber nicht dazu geeignet, diese zwar ausreichende, aber nicht ideale Art der Wasserversorgung durch eine solche mittels fließender Stadtbrunnen zu ersetzen, weil ihr Wasser in der wärmeren Jahreszeit salzig schmeckt. Zur Zeit seines reichlichsten Fließens nach den Frühlings- und Herbstregen läßt dieses Wasser allerdings nur jene Spur von brackischem Geschmack erkennen, welche auch der Dobrićbrunnen und fast alle Schöpfbrunnen in Küstennähe aufweisen. Es ist aber als wahrscheinlich anzusehen, daß die Beimischung von Brackwasser zum Süßwasser erst nahe den Austrittsstellen der Teilstränge der besagten Quelle erfolgt, so daß die Möglichkeit gegeben wäre, diese Stränge in noch unversalzenem Zustande zu erschließen. Man müßte zu diesem Zwecke durch den Mergelsaum am Südfuße des St. Eustachiushügels einen Stollen vortreiben und im nicht unwahrscheinlichen Falle, daß man hierbei noch kein Wasser träfe, einen der Grenzfläche zwischen Kalk und Mergel folgenden Schacht abteufen, bis man auf eine größere Wasserader käme. Mit zunehmender Entfernung von der Quelle würde die Wahrscheinlichkeit, eine große Wasserader bald zu erreichen, geringer werden, die Wahrscheinlichkeit der Erschrotung süßen Wassers aber wachsen.

Die dritte große Quelle der Küstenzone, die Quelle des Stobrec potok käme für die Versorgung des Fischerdörfchens Stobrec mit Quellwasser in Betracht, doch würde bei der Kleinheit dieser Siedlung der erforderliche Aufwand viel zu groß erscheinen. Eher könnte daran gedacht werden, durch Einrichtung eines entsprechenden Transportdienstes mit Tankdampfern mittels der Stobrecquelle die an der Nordküste der Insel Brazza gelegenen Ortschaften St. Johann und St. Peter mit Quellwasser zu versorgen. Mit Zisternenwasser werden dieselben bereits ausreichend versehen.

Von den Schichtquellen und Verwerfungsquellen kommen die größten auch für Zwecke der Wasserversorgung in Betracht. Es wurde schon erwähnt, daß die Ortschaft Muć von einer Ueberfallquelle aus den oberen Werfener Schiefern das Trinkwasser zugeleitet erhält. Im Gebiete des von mir in den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts aufgenommenen Kartenblattes Kistanje-Dernis sind sogar zur Trinkwasserversorgung größerer Orte, der zwei Hauptorte des Gebietes, Dernis und Skardona, Schichtquellen aus den Prominaschichten mit Erfolg herangezogen worden. Daß da im Spätsommer die sorgfältigste Ausnützung der dann spärlich werdenden Wassermengen nötig wird, versteht sich wohl von selbst. Auch im Bereich des Kartenblattes Sinj Spalato sind große Schicht- und Verwerfungsquellen vorhanden. An ihre Verwertung wird aber — insolange sich die Vorzüge einer guten Wasserversorgung nicht hoher Einschätzung erfreuen — kaum geschritten werden, da die Herstellungskosten von Leitungen im Verhältnis zum erzielbaren Erfolge als zu groß erscheinen könnten.

So würde man wohl kaum darangehen, die schöne Verwerfungsquelle in der Schlucht der Sutina zur Wasserversorgung der Hütten von Lučane heranzuziehen oder das Wasser der Ljubacquelle nach Poličine und Dubrava zu leiten, zumal in der Nähe dieser Orte ein wenn auch bescheidener Bezug von Quellwasser möglich ist. Aber auch die Herstellung einer Leitung, durch welche die Quellen im obersten Koritotale für die Wasserversorgung der in quellenloser Gegend liegenden Hütten von Dolnje Korito nutzbar gemacht würden, wird man kaum in Aussicht nehmen. Die Quellen am Golo Brdo bei Trilj sollen den Wasserbedarf der Station Ugljane an der geplanten Eisenbahn nach Aržano decken.

Was die Erschließung neuer Wasseradern anbelangt, so ist zwischen einer solchen durch Stollen an Gebirgshängen und einer solchen durch Schächte in flachem Karstgelände zu unterscheiden. Bei ersterer würde es sich vorzugsweise um eine Gewinnung von hinter Mergelvorlagen im Kalkgebirge angesammelten Wasservorräten handeln.

Es wurde schon an früherer Stelle erwähnt, daß an den Ueberschiebungen der Kreidekalke auf eocäne Mergel fast niemals Ueberfallquellen entspringen. Dieser Umstand spricht aber keinesfalls dagegen, daß in den kalkigen Hangendflügeln dieser Ueberschiebungen Wasservorräte vorhanden sind. Das Maß der Zuversicht, diese Vorräte gewinnen zu können, hängt von der Stellungnahme zur Karstwasserhypothese ab, wobei man annehmen darf, daß diese Stellungnahme jeweils durch eigene Erfahrungen auf karsthydrologischem Gebiete bestimmt wird. Ein rückhaltloser Anhänger jener Hypothese wird eines positiven Erfolges sicher sein und wähnen, daß die Durchstoßung der Mergelvorlage eines Kalkgebirges an beliebiger Stelle unterhalb des Karstwasserspiegels einen ähnlichen Effekt wie die Anbohrung einer mit Wasser gefüllten Kiste haben müsse. Wer der Annahme eines zusammenhängenden Karstwassers ablehnend gegenübersteht, wird weniger zuversichtlich sein und seine Erwartungen nach den jeweils gegebenen Verhältnissen abstufen.

Wo, wie dies beispielsweise am Gebirgsrande östlich von Traú der Fall ist, genau am Ausstriche einer Kalkmergelgrenze eine mächtige Quelle entspringt, dünkt es einigermaßen wahrscheinlich, daß diese Grenze schon vorher eine längere Strecke weit den Verlauf einer Wasserader bezeichnet. Man könnte so dort bei in entsprechend tiefer Lage vorgenommener Durchbohrung der Flyschschichten im Graben westlich vom Eustachiushügel noch auf den Anschnitt einer Kluftwasserader hoffen. Ebenso wäre bei Durchstoßung der Neogengebilde auf der Ostseite des Sinjsko poljes in der Nähe ihrer natürlichen Durchbrüche mit der Bloßlegung von Wasseradern zu rechnen. Wo hingegen weithin kein bestimmtes Anzeichen einer Wasserbewegung längs einer Grenzfläche zwischen Kalk und Mergel vorliegt, wie dies im Hinterlande der Kastelle der Fall ist, wäre die Erbohrung eines mächtigen Kluftwasserstranges mehr oder minder Zufallssache. Falls die Vortreibung eines Stollens quer durch die Flyschvorlage bis in den Rudistenkalk gewagt würde und kein befriedigendes Ergebnis hätte, könnte man noch versuchen, durch sehr ausgedehnte Sprengungen

innerhalb des Kalkgebirges eine Aufreißung von wasserführenden Spalten zu erzielen.

Mit mehr Aussicht auf Erfolg könnte die Aufschließung von Wasser in solchen Gesteinsschichten versucht werden, wo die Verteilung der Wassermenge nicht so ungleichmäßig sein mag wie in den Karstkalken, so zum Beispiel in den oberen Werfener Schichten und in den Prominaschichten. Auch ein Versuch, bei Muć die in den tieferen Lagen der oberen Werfener Schichten sich bewegenden Wassermengen mittels Durchbohrung der sie steil unterteufenden unteren Werfener Schichten zu erschließen, könnte in Betracht gezogen werden. Die Deutlichkeit, mit welcher sich in Dalmatien bei der weitgehenden Bloßlegung des Untergrundes die geologischen Bedingungen der Quellbildung oft erkennen lassen, gestattet es in manchen Fällen, auch die Möglichkeiten einer Aufschließung von Wasser klarer zu beurteilen, als dies in Gegenden mit mächtig entwickelten Deckschichten der Fall ist.

Bei Versuchen, die in den Tiefen des Karstes verborgenen Wasserschätze zu heben, würden geologische Untersuchungen zwar auch von Bedeutung sein, in erster Linie aber die Mittel der Höhlenforschung und die Methoden der Auffindung unterirdischer Wasseradern — soweit diese Methoden kraft der ihnen zugrunde liegenden physikalischen Erkenntnisse und der angewendeten Instrumente streng wissenschaftliche sind — eine Rolle zu spielen haben. Der Gedanke, die in den Tiefen des Karstes sich bewegenden Kluftwasserstränge durch Bohrungen und Schachtabteufungen nutzbar zu machen, ist erst in jüngster Zeit in den Vordergrund getreten. Von seiten einheimischer Forscher ist geplant, systematische Untersuchungen über die unterirdische Hydrographie Dalmatiens in großem Style vorzunehmen und es wurde hierfür eine Unterstützung seitens aller zur Förderung solcher Arbeiten berufenen staatlichen Faktoren in Aussicht gestellt. Möchte diese Unternehmung von großem Erfolge gekrönt sein.

Inhaltsverzeichnis.

Beitrag zur Kenntnis der Gervillien der böhmischen Oberkreide.

Von J. V. Želízko.

Mit einer Tafel (Nr. XII).

Die im Jahre 1902 im Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie veröffentlichte Mitteilung Frechs „Ueber *Gervillia*“ [1]) erinnerte mich an eine neue, von mir seinerzeit in der Oberkreide der Gegend von Jičín gefundene Form [2]) dieser bisher wenig beachteten Bivalvengruppe, deren Hauptverbreitung sich von der Trias- bis in die Kreideformation verfolgen läßt.

Inzwischen sandte mir auch Herr F. Ferina, Schulleiter in Morašic bei Leitomischl, eine Suite aus der dortigen Umgebung stammenden Gervillien, unter denen ich gleichfalls einige vollkommen neue Arten bestimmte.

Diese oberwähnten, für die Paläontologie der böhmischen Kreide bedeutsamen Funde haben mich zur näheren Beschreibung einzelner Arten angeregt, wie folgt:

Gervillia bohemica n. sp.

Taf. XII, Fig. 1.

Das vorhandene Stück unterscheidet sich schon auf den ersten Blick von allen bekannten Gervillien durch eine ungemein kurze und breite, sichelartig ausgeschweifte linke Schale, deren Rand vorn gleichmäßig abgerundet ist. Dieselbe ist ziemlich stark gewölbt, wie die tief eingeschnittene, 4 *mm* breite, längs des Oberrandes fast bis zur Spitze sich ziehende saumähnliche Furche verrät.

Die Länge der Schale beträgt 52 *mm* und die größte Breite 25 *mm*.

Das vordere Ohr ist auf der abgerundeten Schalenseite nicht angedeutet und das hintere zeigt nur teilweise die ursprünglich lappenartige Form, da die Schloßrandpartie abgebrochen ist.

Feine konzentrische Streifen sind nur auf der unteren Schalenpartie sichtbar.

---

[1]) Pag. 609—620.

[2]) J. V. Želízko: Příspěvky z křídového útvaru okolí Železnice u Jičína. Sitzungsber. der königl. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. Prag. 1902.

Die bei der Spitze in der Länge von 8 *mm* hervortretende Partie ist wahrscheinlich ein Rest der ineinander gepreßten rechten Schale.

Das Fossil stammt aus dem festen, dunkelgrauen, eine Menge von Austern- und Gastropodenschalen enthaltenden turonen Kalke von Knižnic in der Nähe von Eisenstadtl (Železnice) bei Jičín.

Nach Frič[1]) gehören die dortigen Schichten der Trigonienzone oder dem oberen Horizonte der Iserschichten, wogegen Zahálka[2]) dieselben in die Zone IX*c* (= Priesener Schichten) einreiht. Auf der geologischen Karte von Frič und Laube[3]) ist die Umgebung von Knižnic als Weißenberger und Malnitzer Schichten und auf der alten Karte der k. k. geolog. Reichsanstalt als „Oberer Pläner" (= Teplitzer- und Priesener Schichten), dessen Liegende der „Mittelquader und Pläner" (= Weißenberger-, Malnitzer- und Iserschichten) bildet, gezeichnet.

In dem mir von Herrn Schulleiter Ferina zur Verfügung stehenden Material fand ich einen leider unvollständig erhaltenen Steinkern einer unserer *Gervillia bohemica* ähnlichen Art, die gleichfalls durch eine jäh ausgeschweifte und kurze Schale charakterisiert ist.

Dieselbe stammt aus dem lichtgrauen Kalke des beim Wäldchen „Doubrava" befindlichen „Lustyk'schen Felsen" (Lustykova skála) bei Morašic.

Frič hat die betreffenden Schichten zur Trigonienzone gerechnet. Wie aus den Forschungen Jahns bekannt ist, stellen die Iserschichten in Ostböhmen bloß eine Faziesbildung der Teplitzer Stufe vor[4]).

Eine andere ähnliche, aber noch kürzere und länglichovale Form, *Gervillia ovalis*, deren Schloß mit wenig Zähnen versehen ist, erwähnt Frič aus den Chlomeker Schichten von Chlomek und Tannenberg[5]).

Gervillia aurita n. sp.

Taf. XII, Fig. 2.

Es liegt eine linke Schale einer gleichfalls eigenartigen, von allen anderen Gervilliaarten sich leicht unterscheidenden Art vor.

Dieselbe ist ungleich gewölbt, in der vorderen Hälfte durch Schichtendruck teilweise gepreßt und auf einer Stelle in der Mitte abgelöst. Sonst ist die ursprüngliche Form vorzüglich erhalten.

Die Schale ist mäßiger ausgeschweift und länger als bei der vorhergehenden Art, ist ziemlich breit, vorn verengt und abgerundet. Beide Ohren sind in zwei ungleiche abgerundete Flügel ausgezogen,

---

[1]) Studien im Gebiete der böhmischen Kreideformation. III. Die Iserschichten. Archiv der naturwissensch. Landesdurchforsch. von Böhmen. Bd. V. Nr. 2, pag. 44. Prag.

[2]) Příspěvek k poznání křídového útvaru u Jičína. Sitzungsber. der königl. Gesellschaft der Wissenschaften. Prag 1895.

[3]) Geologische Karte von Böhmen. Umgebung von Eisenbrod Jičín bis Braunau und Nachod. Archiv der naturwissensch. Landesdurchforsch. von Böhmen. Bd. IX. Nr. 6. Prag 1895.

[4]) Einige Beiträge zur Kenntnis der böhmischen Kreideformation. Jahrb. d. k. k. geolog. R.-A. Bd. 45, 1895.

[5]) Studien im Gebiete der böhmischen Kreideformation. VI. Die Chlomeker Schichten. Ibid. Bd. X. Nr. 4, pag. 66. Prag 1897.

besonders das hintere Ohr ist auffällig ausgeprägt. Die Schloßzähne sind sehr schwach entwickelt.

Die Schalenlänge von dem vorderen Ohr bis zur Spitze mißt 76 *mm*, die Höhe vom Unterrand bis zu dem hinteren Ohr 50 *mm* und die Breite in der Mitte 29·5 *mm*.

Die ursprüngliche Epidermis ist nur bei der Spitze und bei dem teilweise abgebrochenen Schloßligament erhalten. Trotzdem aber sind die konzentrischen, schon von dem Rande des hinteren Ohres beginnenden Streifen mit einzelnen kräftigeren Rippen auf dem übrigen, vollkommen erhaltenen Steinkern sehr gut sichtbar.

Ob es sich vielleicht auch um eine gewisse Uebergangsform einer verwandten Gruppe handelt, können nur weitere erforderliche Funde bestätigen, welche möglicherweise auch zur Präzisierung eines in Frage stehenden Horizontes behilflich werden können.

Das mir vorliegende, dem Herrn Schulleiter Ferina gehörende Exemplar stammt gleichfalls aus dem lichtgrauen Kalke des „Lustykschen Felsen" bei Morašic.

Gervillia cf. aurita.

Taf. XII, Fig. 3.

Ein teilweise deformierter Steinkern der rechten, sichelartig ausgeschweiften Schale.

Die Spitze sowie die obere Partie sind leider abgebrochen. Die Schale war kürzer und auffallend breiter, der Oberrand mehr ausgeschnitten als bei der vorherigen Form. Die Spuren der Epidermis sind spärlich erhalten, und die in der vorderen Schalenhälfte sichtbaren konzentrischen Streifen sind schwach angedeutet.

Das nur teilweise erhaltene verkürzte Hinterohr war gleichfalls flügelartig ausgezogen wie bei *Gervillia aurita*.

Die hier beschriebene Versteinerung wurde auch bei Morašic gefunden.

Gervillia gibbera n. sp.

Taf. XII, Fig. 4.

Ein der schmalen Form nach einigermaßen an *Gervillia solenoides* erinnernder Steinkern.

Der schlechte Erhaltungszustand der vorderen Partie desselben ist auf das stark verwitterte Gestein zurückzuführen.

Die kurze und schmale Schale deutet auf eine mäßige Wölbung hin, der Oberrand weist eine wellenförmige Krümmung auf und die verschmälerte Spitze ist abgerundet. Der längste erhaltene Schalenteil mißt 58 *mm*, die größte Breite 21 *mm*. Der Zwischenraum zwischen dem Byssusausschnitt und der Stelle, wo das hintere Ohr beginnt, ist auffallend verengt.

Wie weit die beiden Ohren flügelartig ausgezogen waren, läßt sich nach dem unvollständig erhaltenen Schloßrand nicht erkennen.

Die aus schwachen Streifen und einigen kräftigeren Rippen bestehende Schalenskulptur ist beim Oberrand und bei der Spitze teilweise bemerkbar.

Das Fossil fand Herr Schulleiter Ferina in demselben Steinbruche bei Morašic, wie die vorher beschriebene Art.

Gervillia sp.

Taf. XII, Fig. 5.

In dem aus derselben Lokalität von Morašic herrührenden Material des Herrn Ferina befindet sich schließlich ein größtenteils in Kalzit verwandelter, bei der Spitze und in der oberen Partie abgebrochener Steinkern einer noch kürzeren und breiteren Form, als die vorhergehende Art aufweist.

Die Schale war ziemlich hoch gewölbt, der Oberrand geradlinig wie bei *G. solenoides* und das teilweise angedeutete hintere Ohr war flügelartig. Die Schalenskulptur ist undeutlich.

Stratigraphische Verbreitung der Gervillien in der böhmischen Kreideformation.

Die Gattung *Gervillia* läßt sich nach Frič fast von der untersten cenomanen Stufe bis in den obersten senonen Horizont, das heißt von den Korycaner bis in die Chlomeker Schichten verfolgen [1]).

Als verbreitetste, in allen Horizonten (Perucer Schichten ausgenommen) vorkommende Art ist nach dem genannten Autor *Gervillia solenoides*. Es ist nicht ausgeschlossen, daß sich unter diesem Namen verschiedene Spezies verbergen, deren Revision wünschenswert wäre, worauf übrigens schon Holzapfel hingewiesen hat [2]).

Aus der böhmischen Kreideformation führt Frič noch folgende Gervilliaarten an:

Gervillia Kozakoviensis Fr. — Korycaner Schichten. Fundort: Vesec unterhalb des Kozákovberges bei Turnau. (Studien im Gebiete der böhmischen Kreideformation. Ergänzung zu Band I. Archiv für die naturwiss. Landesdurchforsch. von Böhmen. Band XV, Nr. 1, pag. 41. Prag 1911.)

Gervillia Holzapfeli Fr. — Chlomeker Schichten. Fundort: Tannenberg. Exemplare mit wohlerhaltenem Schloßabdruck sind ähnlich der *Gervillia solenoides*, aber das Schloßligament trägt 6—8 schmale, durch breite Zwischenräume getrennte Zähne. Der das Schloß tragende Flügel ist nicht dreieckig wie bei *G. solenoides*, sondern gleich breit. (Studien etc. VI. Die Chlomeker Schichten. Archiv, Band X, Nr. 4, pag. 65. 1897.)

Gervillia ovalis Fr. — Chlomekerschichten. Fundort: Chlomek und Tannenberg. (Studien etc. VI. Die Chlomeker Schichten. Archiv, Band X, Nr. 4, pag. 66.)

---

[1]) Ibid. Tabellarische Uebersicht, pag. 32.

[2]) Die Mollusken der Aachener Kreide. Palaeontographica. Bd. 35, pag. 224. Stuttgart 1888/89.

Ueber ein Juravorkommen bei Skutari in Albanien.

Von Ottilie Saxl.

Mit 8 Abbildungen im Text.

Die von Herrn Dr. F. Baron Nopcsa im Vilajet Skutari aufgesammelten Fossilien wurden mir zur Bestimmung übergeben und ich habe dieselbe, soweit es der arg verwitterte Zustand der meisten Stücke erlaubte, durchgeführt. Ungenauigkeiten, die sich etwa ergeben könnten, sind auch darauf zurückzuführen, daß die Vignetten mit den Ortsnamen vertauscht wurden und Herr Dr. Nopcsa dann nicht mehr genau die betreffenden Fundstellen fixieren konnte. Bis zur Auffindung der Fossilien durch Herrn Dr. Nopcsa war in Nord-Albanien kein durch Fossilien genau bestimmter Lias oder Dogger bekannt. Das fossilführende Gestein ist ein roter, mergeliger Kalk, abwechselnd mit rötlichgelbem bis gelbem Kalk. Diese etwas voneinander abweichende Ausbildungsweisen sind aber für die Horizontierung nicht bestimmend, da die roten Kalke von Manatia und Pedhana Fossilien aus denselben Altersstufen führen, wie die gelben Kalke von Lisna und Mlagaj. Sie umfassen mittleren Lias, oberen Lias sowie unteren Dogger. Bevor ich näher auf diese Lias-Doggervorkommen sowie auf Vergleiche mit anderen Fundorten eingehe, will ich die betreffenden Fossillisten anführen:

In Lisna ergab die Bestimmung der in rötlichgelben Kalken aufgefundenen Exemplare eine Reihe, die vom mittleren Lias bis zum unteren Dogger reicht:

Mittlerer Lias {
Lytoceras fimbriatum Sow.
Harpoceras Bertrandi Kilian.
Phylloceras cf. heterophyllum.

Oberer Lias {
Harpoceras crassifalcatus Kilian.
Hildoceras bifrons Brug.
Harpoceras complanatus Brug.
Hildoceras Commensis v. Buch.
Hildoceras Levisoni Simpson.
Phylloceras Nilssoni Hébert.

Unterer Dogger { *Coeloceras modestum Vacek nov. mut. compr.*

Außerdem habe ich noch einen *Arieticeras spec.* sowie einige nicht näher bestimmbare Lytoceren und Harpoceren anzureihen. In Manatia, wo rote, tonige Kalke vorherrschen ist

Mittlerer Lias mit { *Lytoceras cf. Dorcadis*

Oberer Lias mit { *Harpoceras briordensis Dum.* *Pylloceras Nilssoni Héb.*

Unterer Dogger mit { *Phylloceras cf. Frechi Prinz.* *Phylloceras cf. Zignodianum d'Orbigny.* *Harpoceras opalinum Rein.*

bestimmt.

In Pedhana, wo ebenfalls die roten Kalke auftreten, wurde ein mittlerer Lias mit *Seguenziceras Algovianum Oppel* aufgefunden.

Die aus Mlagaj und Malci stammenden Ammoniten, die rötlichgelben Kalken angehören, konnte ich nur mit den Bezeichnungen *Phyll. spec.* und *Lytoceras spec.* ohne nähere Bestimmung den bereits erwähnten Vorkommen anreihen.

Die Basis dieser Stufen wird von einem hellen, festen, grauen Kalkstein gebildet, in dem ein unbestimmbares *Orthoceras* aufgefunden wurde. Wie Dr. Nopcsa[1]) in seiner diese Gegend bezüglichen Arbeit bemerkt, sind die Lagerungsverhältnisse im allgemeinen stark gestört; die Kalke von Kroni Madh lagern diskordant auf Triaskalk und auch bei Manatia und Pedhana sind diese fossilführenden Kalke in einem unklaren Verhältnis zu ihrer Unterlage. Bei Brzola z. B. liegen diese Kalke auf Cukalikalk, der nach einem Vergleiche mit bosnischen Vorkommen auch Jura sein dürfte, und der wieder auf Triaskalk liegt. Bei Lisna gehen eben diese Kalke, die Ammoniten führen, sich rasch verfestigend in den grauen, gebankten Kalk über, aus dem der *Orthoceras* stammt und der jedenfalls auch Trias sein dürfte. Der eocäne Flysch nun (aus dem die 2 Problematika stammen) unterteuft diese ganze Serie und dieses Verhältnis zeugt von den starken, noch eocänen Störungen, die es auch erschweren, das Verhältnis von Trias zum Jura zu deuten.

Ähnliche Verhältnisse wie in diesem Gebiete finden wir vor allem in Südalbanien, Griechenland und den umliegenden Inseln. Wie Renz[2]) in den diese Gegenden betreffenden Arbeiten erwähnt, ist die Oberliasfauna im griechischen Mesozoikum sowohl in gelblichen, knolligen als auch in roten, tonigen Kalken vorhanden und es bilden letztere ein typisches Merkmal des griechischen Oberlias. Es reichen aber diese roten Kalke bis in den unteren Dogger hinauf und da ist es, wie bei dem vorliegenden albanischen Vorkommen, nur möglich, die Grenzen zwischen diesen beiden Altersstufen durch Fossilien zu ermitteln. In der Angolis (Apando Phanari) kommt *Hildoceras bifrons Brug.* ebenfalls gemeinschaftlich mit *Phylloc. Nilssoni Héb.* und *Hildoceras Levisoni Simpson* vor, wie es in Lisna der Fall ist. *Hildoceras*

[1]) Zur Stratigraphie und Tektonik des Vilajets Skutari in Nordalbanien von Dr. F. Baron Nopcsa. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1911.

[2]) Renz, Strat. Unters. im Griech. Mesozoicum. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1910.

Commensis v. Buch fehlt hier. Letzterer wurde aber beim Cap Scala in mergeligen Kalken gemeinschaftlich mit *Harpoceras complanatus Brug.* sowie *Hildoceras Mercati Hauer* etc. aufgefunden.

In Bosnien scheint die Grenze der mediterranen Juraausbildung der Bosna entlang, gegen Cattaro zu verlaufen. Es sind hierfür zwar nur die Orte Gacko und Vareš anzugeben, wo man sicheren, durch Fossilien bestimmten Jura antraf. So fand Wähner[1]) bei Gacko in hellgrauen Kalkmergeln zwei Exemplare von *Hildoceras bifrons* und Bittner[2]) etliche Liasammoniten noch im Bereiche des Triaszuges. Dr. H. Beck[3]) machte einen glücklichen Fund von ebensolchen bei Varleš, und zwar in Mergelschiefern, konnte die Exemplare aber wegen des schlechten Erhaltungszustandes nicht genauer einreihen. Den nordwestlichen Teil Bosniens hat Wähner, als bereits litorale Entwicklung zeigend, beschrieben und hat ihn den verwandten Vorkommen von Fünfkirchen und dem Banat gleichgestellt. Es kann demnach das Vorgreifen des Lias nach Vareš als eine Einbuchtung des Landkomplexes gedeutet werden.

Diese enger zusammen gehörigen Juraablagerungen von Griechenland, Albanien und Bosnien, weisen in allererster Linie auf die Oolithe von San Vigilio hin; sie zeigen eine große faunistische Verwandtschaft in den einzelnen Stufen und entsprechen, wie die Oolithe ihrem lithologischen Habitus nach einer größeren Meerestiefe. Vom Cap San Vigilio aus kann man die pelagische Entwicklung des Jura den Alpenrand entlang verfolgen. Auch hier trifft man, wie z. B. Raßmuß[4]) beschreibt, meistens die roten, tonreichen Mergel mit Ammonitensteinkernen an und es geht der Oberlias, wie in Griechenland und Albanien, ohne erkennbare Grenzen in den Dogger über. Weiter nordwestlich, in den Bergamasker Alpen beschreibt Varisco[5]) auch rote Kalke mit der typischen Oberliasfauna, doch transgrediert dann bereits das Tithon, wie es auch bei Brescia der Fall ist. Diese Transgression des Tithon kann man auch in den Zentralapenninen[6]) verfolgen und erst in Sizilien tritt wieder die konkordante Folge ein.

Nach obigen Ausführungen kann man die genannten Juragebiete in eine Gruppe stellen und auch folgende Gebiete, die nicht zur Landumrahmung der Adria gehören: In der nördl. Arva die Klippe von Podbiel und den Bakony.

C. M. Paul beschreibt von der Klippe von Podbiel stammende rote Schiefer und Kalke mit *Amm. bifrons* und *Amm. cornucopiae Joung*, doch kommt hier der obere Lias unter dem unteren Lias zu liegen. Im Bakony[7]) ist der Lias und Dogger sehr schön mediterran entwickelt und ist jedenfalls das am engsten anzureihende Vorkommen.

---

[1]) Wähner, Annalen des. k. k. Naturhistor. Hofmuseums (89).
[2]) Bittner, Verh. der k. k. geol. R.-A. 1885, S. 141.
[3]) Dr. H. Beck, Jahrb. der k. k. geol. R.-A. 1903 (Lias bei Vareš in Bosnien).
[4]) Raßmuß, Beiträge zur Stratigr. und Tekt. der südöstlichen Alta Brianza S. 68. — (Koken, Paläontolog. Abh. X. 1911—1912.)
[5]) Varisco, Note illustrative della carta geologica della provincia di Bergamo 1881.
[6]) Vacek, Oolithe von San Vigilio. S. 205.
[7]) C. M. Paul, Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. XV III, S. 226.

Die Klippe von Podbiel erwähne ich hauptsächlich wegen der Merkwürdigkeit der so entfernt liegenden, aber so ähnlichen Bildungen. Ich will da die Frage berühren, ob diese Klippe nicht südlichen Ursprunges ist und tektonisch in die Gegend von Arva gelangte. Anderseits könnten auch die Lebensbedingungen des Jurameeres nördlich ähnliche gewesen sein und eine der mediterranen sehr ähnliche Fauna geliefert haben. Nach dem sonstigen Auftreten des *Hildoceras bifrons*, das immer wärmere Klimate annehmen läßt, könnte man auch eine warme Strömung vermuten, die diese Begünstigung ergeben hat. Ueber den roten Schiefern und Kalken tritt bei der Klippe von Podbiel Fleckenmergel auf und dies zeigt den Uebergang in die nördlichere Entwicklung an, aber auch möglicherweise eine Klimaschwankung oder ein Abbrechen der erwähnten wärmeren Meeresströmung. Anschließend an diese Bemerkungen will ich das Vorkommen von 2 Problematikas betonen, die Ausgüsse von Medusen sein sollen und ganz ähnlich wie diese zwei Stücke aus dem ebenfalls eocänen Flysch der Karpathen beschrieben werden. Das Gebiet der Arva liegt in nächster Nähe des Flyschzuges und die Kenner dieser Gebiete könnten da eventuell sehr wichtige Parallelisierungen mit dem albanischen Gebiet vornehmen. Ich habe diesen zwei Medusenausgüssen in dem folgenden speziellen Teil eine Beschreibung gewidmet.

Spezieller Teil.

Hildoceras Levisoni Simpson.

Fig. 1.

Amm. bifrons Brug.: Meneghini: Lias sup. in Stoppani, Paléont. Lomb. Ser. IV (1867—1881). Taf. II, Fig. 1—4.

Hild. Levisoni Simpson: Prinz: Die Fauna der älteren Jurabildungen im nordöstlichen Bakony. Mitt. aus dem Jahrb. d. kgl. ung. geol. Anst. Bd. 15 (1904). S. 127.

Hild. Levisoni Simpson: Renz: Der Nachweis von Lias in der Argolis. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. 61 (1909). S. 126. Taf. IV, Fig. 3.

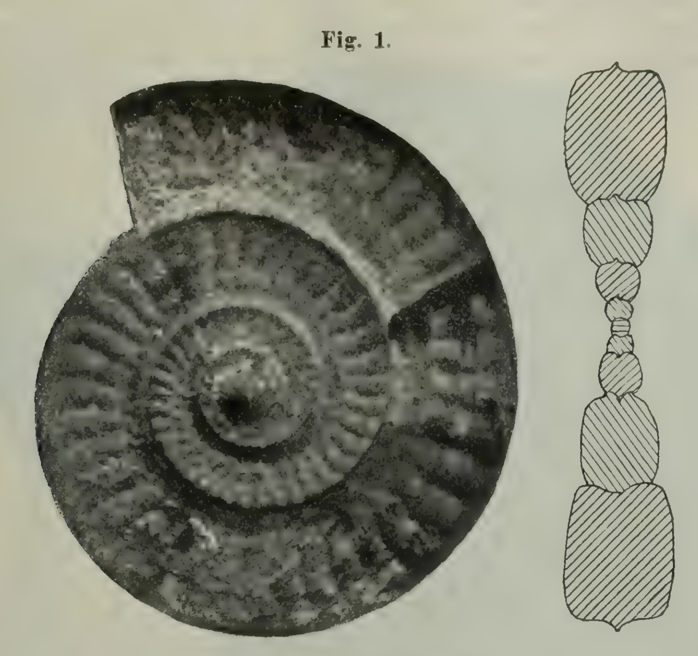
Amm. Levisoni Simpson: Dumortier: Dép. Jur. Lias sup. S. 49. Taf. IX.

Fundort: Lisna.

Dieser *Hildoceras Levisoni Simpson*, der der Gruppe des *Hildoceras bifrons* angehört, zeigt in der Skulptur schon deutlich den Uebergang von *Harpoceras* zu *Arietites*. Er zählt auf dem letzten Umgang ungefähr 39 Rippen, ist ziemlich flach und besitzt einen von zwei Furchen begleiteten Kiel. Die Rippen sind sichelförmig und werden gegen die Naht zu undeutlicher. Gegen die inneren Windungen zu werden die Rippen schärfer ausgeprägt, sind aber auf der letzten Windung wieder schwächer entwickelt. Die Anfangsblase ist ausgebrochen. Die einzelnen Umgänge setzen mit einer Kante gegeneinander ab, so daß die äußeren Umgänge gegen die inneren sich stufenartig erheben.

Die Lobenlinie zeigt einen breiten Externsattel, der durch einen seichten Lobus in zwei Teile geteilt ist; dann kommt ein schlanker,

Fig. 1.



Hildoceras Levisoni Simpson.

kleinerer Lateralsattel und weiter bis zur Naht zwei Hilfssättel. Der Externlobus ist beinahe in derselben Größe als der Laterallobus.

Hildoceras bifrons Brug.

Fig. 2.

Prinz: Fauna der älteren Juraabbildungen im nordöstlichen Bakony, l. c. S. 124, Taf. VI, Fig. 2, 4 u. 7 und Taf. XXXVII, Fig. 14.

Renz: Der Nachweis von Lias in der Argolis, l. c. S. 213, Taf. IV, Fig. 1 u. 5.

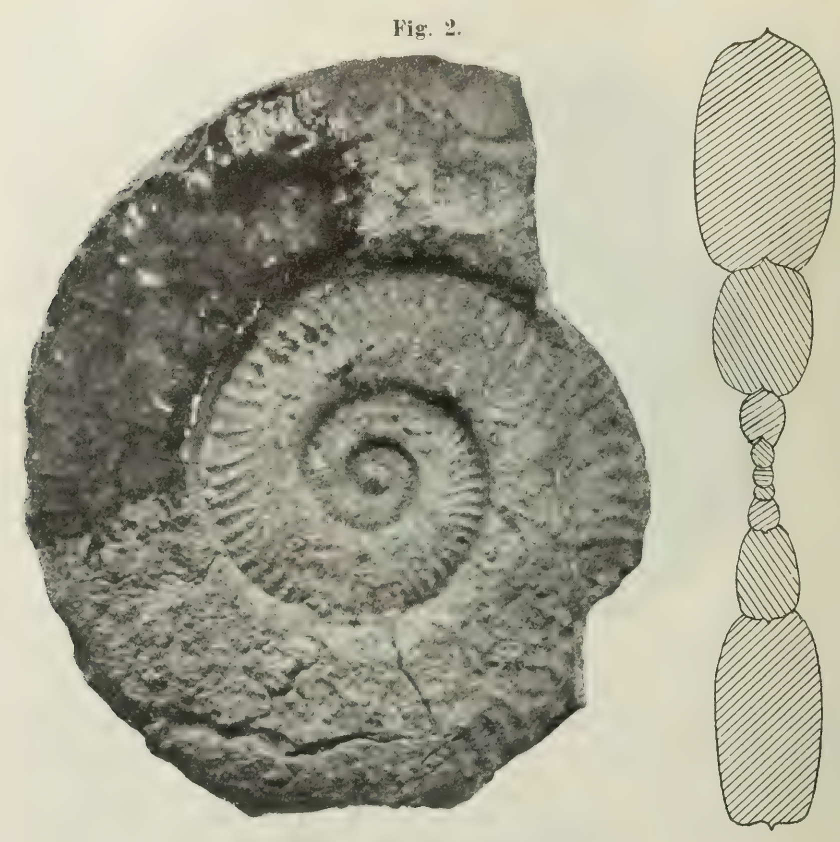
Haug: Beiträge zu einer Monographie der Ammoniten-Gattung *Harpoceras*. Neues Jahrb. f. Mineralogie. 1885. Beil.-Bd. III.

Fundort: Lisna.

Dieses Exemplar ist mit ziemlich dichtstehenden, sichelförmigen Rippen verziert, die sich bis beinahe zur Anfangsblase erkennen lassen. Die Rippen verschwinden auf dem letzten Drittel des Umganges gegen die Naht zu. Die einzelnen Umgänge fallen mit sanft gerundeten Kanten, stufenförmig gegeneinander ab. Das Abbrechen der Rippen erfolgt in einer schönen Linie und man kann hier keinesfalls von einer begleitenden Furche sprechen. Der Rücken ist flach und die Flanken gehen mit einer Kante in denselben über. Der Kiel verläuft von zwei seichten Furchen begleitet. Ich stelle dieses Exemplar trotz Fehlens einer ausgesprochenen Furche zu *Harpoceras bifrons Brug.*,

da es sonst alle charakteristischen Merkmale dieser Form aufweist. Das Fehlen der Furche und eher Vorhandensein einer kleinen Erhöhung

Fig. 2.



Hildoceras bifrons Brug.

des unskulpturierten Teiles führe ich nach Haug auf ein höheres Altersstadium zurück.

Seguenziceras (Arieticeras) Algovianum Opp.

Fig. 3.

P. Rosenberg: Die liasische Cephalopodenfauna der Kratzalpe im Hagengebirge. Beitr. z. Pal. u. Geol. Öst.-Ung. u. d. Orients. Bd. 22 (1909). S. 289, Taf. XV, Fig. 18*a—c*, 19 und 20.

Geyer: Mittelliasische Cephalopoden des Schafberges. Abhandl. d. k. k. geol. R.-A. Wien, Bd. 15 (1893). S. 5, Taf. 7 und 8,

Fucini: Fauna del Lias medio del Monte Calvi. Palaeontogr. Ital. Bd. 2 (1896). S. 175, Taf. VI, Fig. 1.

Fundort: Lisna.

Das vorliegende Bruchstück zeigt deutlich die scharf ausgeprägten Rippen, die in regelmäßigen Abständen an der Naht ansetzen. Sie werden gegen den Rücken zu so aufgebläht, daß es beinahe den

Eindruck von Knoten machte. Sie sind schwach sichelförmig gebogen und erst gegen den Rücken zu, etwas in die Richtung der Mündung vorgebogen. Der aufgesetze Kiel wird von zwei scharfen Furchen begleitet. Die Flanken bilden mit dem Rücken einen beinahe rechten Winkel, wodurch der Umriß des länglichen Umganges einem Rechtecke gleicht. Die Umgänge fallen in Steilkanten zur Naht ab und es zeigt auch der innere Umgang eine deutliche Skulptur. Die Lobenlinie



Fig. 3.



Seguenziceras (Arieticeras) Algovianum Opp.

besteht aus einem zweispitzigen Siphonallobus, einem sekundär geteilten, sehr breiten Externsattel, einem sehr großen Laterallobus, dem ein sehr kleiner II. Laterallobus folgt und einem Lateralsattel, der nur ein Drittel der Größe des Externsattels erreicht. Der vorliegende *Seg.* (*Arietites*) *Algovianum Opp.* ist als eine Uebergangsform zu *Arietites Bertrandi Kilian* zu betrachten. Bei *Ar. Algovianum Opp.* findet man sonst die seitlichen Kielfurchen nicht so stark entwickelt, es ist dies meistens bei *Ar. Bertrandi Kil.* anzutreffen, wohingegen der Querschnitt, der Größenverhältnisse halber, auf *Ar. Algovianum Opp.* hin-

deutet. Rosenberg hat in seiner bezüglichen Arbeit ewähnt, daß er das Auftreten von Kielbändern auf ein Jugendstadium bezieht; in dem vorliegenden Falle wird es wohl besser sein, diese Form, wie schon erwähnt, als Uebergangsform aufzufassen.

Harpoc. cf. crassifalcatum Dumortier.

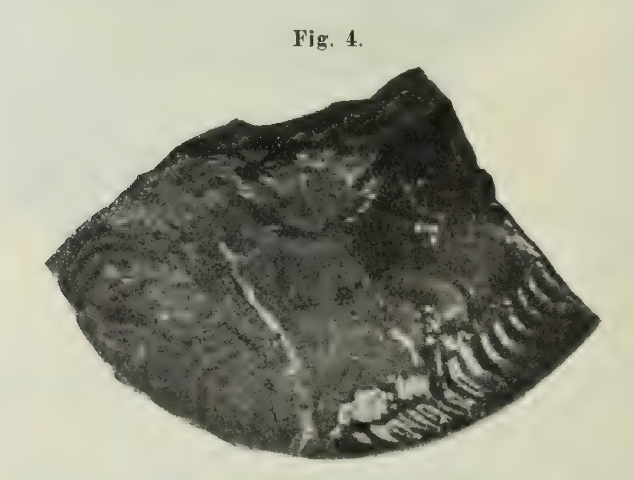
Fig. 4.

Dumortier: Terrains jur. Lias sup. S. 257, Taf. LII, Fig. 1—2.

Fundort: Lisna.

Das Bruchstück läßt nach seiner Form auf einen engen Nabel schließen. Die Rippen laufen von der Nabelkante regelmäßig ansteigend gegen die Mündung zu; auf ungefähr der Hälfte der Flanke biegen sie plötzlich ab, laufen nach rückwärts, um dann auf dem letzten Viertel, äußerst kräftig ausgebildet, wieder mit einer plötzlichen Biegung die Richtung gegen die Mündung zu nehmen. Auf den auf dem Bruchstück ersichtlichen Schalenresten kann man die gleiche Ausbildung beobachten. Die eine Hälfte des Bruchstückes, die den

Fig. 4.



Harpoc. crassifalcatum Dumortier.

Steinkern bildet, erscheint abgerundet und kiellos; wo aber die Schalenreste sind, scheint sich eine Rückenkante mit Furchen auszubilden und es kann deshalb eventuell ein scharf aufgesetzter Kieb vorhanden gewesen sein. Die Nabelkante fällt steil scharfkantig al und die Windung erreicht die größte Stärke gegen den Nabel zu. Da der bei Dumortier angeführte Kiel nicht als unbedingt vorhanden anzunehmen ist, die Skulptur aber sehr schön mit der Abbildung übereinstimmt, bezeichne ich das Stück mit *Amm. cf. crassifalcatus.*

Phylloceras Nilssoni Hébert.

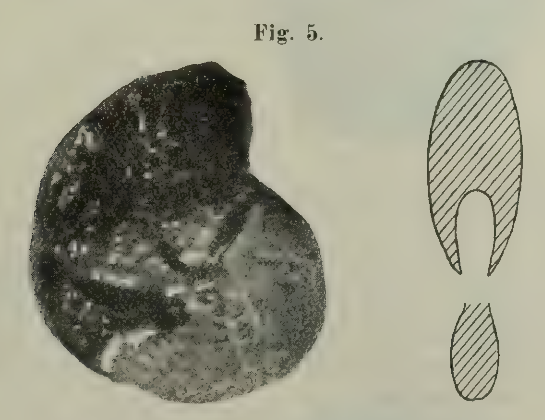
Fig. 5.

Prinz: Fauna der älteren Jurabildungen im nordöstlichen Bakony, l. c.
Meneghini: Lias supérieur, l. c.
Renz: Nachweis von Lias in der Argolis, l. c.
Vacek: Oolithe vom Cap San Vigilio. Abhandl. d. k. k. geol. R.-A. Wien 1886, Bd. XII.

Fundort: Manatia.

Vorliegendes Exemplar ist ein kleiner Phyllocerate mit 6 deutlichen Furchen, die eine sanfte Umbiegung gegen die Mündung aufweisen. Er ist ziemlich flach, hochmündig und sehr eng genabelt. Der Querschnitt ist oval. Die Lobenlinie ist nicht sehr deutlich, doch ist das charakteristische Merkmal — die Entwicklung der Auxiliarloben bis zur Mitte des Umganges — gut ersichtlich, ebenso die Einblättrig-

Fig. 5.



Phylloceras Nilssoni Hébert.

keit der letzten Auxiliarsattel. Dieser so häufig gefundene Phyllocerate zeigt zwar in den verschiedenen Beschreibungen größere Abweichungen bezüglich der Größenverhältnisse, aber sein äußerer Habitus: der Verlauf der Furchen, das rasche Wachstum, der oval-eiförmige Querschnitt erlauben meiner Anschauung nach die Einreihung dieser Exemplare.

Phylloceras cf. Zignodianum d'Orb.

Fig. 6.

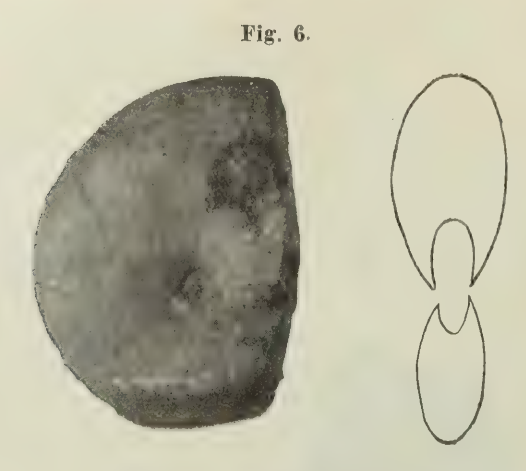
Vacek: Oolithe vom Cap San Vigilio, l. c. S. 66, Taf. IV, Fig. 8—11.

Fundort: Manatia.

Auf dem vorliegenden Stücke sind noch große Schalenreste erhalten. Die Skulptur besteht aus einer feinen Streifung, die durch stärkere Linien unterbrochen wird. Die letzteren gehen bogenförmig gegen die Mündung vorgezogen in Wülste über, die aber nur auf dem äußersten Rande und auf dem Rücken sichtbar sind. Auf dem Rücken zeigen die feinen Linien ebenfalls einen Schwung gegen die

Mündung zu, auch ist die Entfernung der einzelnen gegen die Mündung zu eine größere. Auf den Flanken sind die Linien kaum zu bemerken und werden erst auf dem letzten Drittel deutlicher. Die Seiten gehen anfänglich flach gegen den kleinen Nabel zu, bilden aber dann eine

Fig. 6.



Phylloceras cf. Zignodianum d'Orb.

steile Kante. Der Querschnitt ist rechteckig und die Wülste machen auf dem vorliegenden Stücke den Eindruck von schuppenartigem Uebergreifen. Ich hahe das Stück dem von Vacek beschriebenen gleichgestellt und fürhre als variierende Merkmale an: etwas engere Streifung und etwas involuter.

Harpoceras cf. opalinum Rein.

Fig. 7.

Vacek: Oolithe vom Cap San Vigilio, l. c. S. 71.
Dumortier: Lias sup.

Fundort: Manatia.

Die Skulptur besteht aus undeutlich sichtbaren, sichelförmigen Rippen. Es ist nur der Rest eines erhabenen Kieles vorhanden, der aber, wie das Bild deutlich zeigt, sehr scharf aufgesetzt ist und deshalb zum größten Teile abgebrochen wurde. Die Umgänge verlaufen zur Naht scharfkantig, sie fallen in einem rechten Winkel zu derselben ab. Der Ammonit ist ziemlich flach, zeigt die stärkste Aufblähung gegen die Naht zu und es erfolgt dann das bereits erwähnte, steile Abfallen gegen dieselbe. Der letzte Umgang umschließt zirka $^{2}/_{3}$ des vorhergehenden. Die Lobenlinie ist sehr undeutlich, doch sieht man, daß der Externsattel durch einen Sekundärlobus in zwei unsymmetrische Hälften geteilt ist. Es herrscht Uebereinstimmung mit den von Vacek beschriebenen Exemplaren in ähnlichen Größenverhältnissen.

Fig. 7.



Harpoceras cf. opalinum Rein.

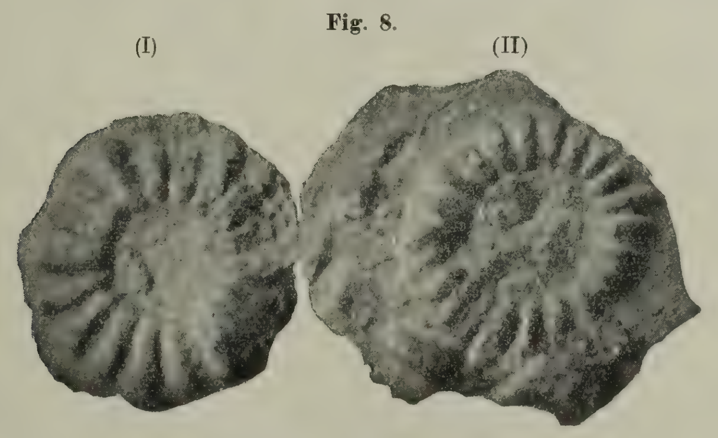
Atollites cf. carpathicus Zub.

Fig. 8.

Fundort: Lisna?

Unter den zu bearbeitenden Fossilien aus Nordalbanien befinden sich auch noch zwei Problematika, die aus dem eocänen Flysch stammen, der den Jura unterteuft. Bei dem einen (I) Stücke erkennt man den typischen Flysch, es ist ein feinkörniger, stark glimmer-

Fig. 8.



Atollites cf. carpathicus Zub.

hältiger Sandstein; das andere (II) Stück ist stark kalkhältig, dunkel und von feinen Kalkspatadern durchzogen. Bei I erkennt man auch noch andere Wülste, die den typischen Flyschcharakter vervollständigen. Von Dr. Maas[1]) wurden bereits ähnliche Gebilde aus den Wernsdorfer

[1]) O. Maas, Über Medusen aus dem Solenh.-Sellf. und der unteren Kreide der Karpathen. Palaeontographica. Bd. 48. Stuttgart 1901—1902.

Schichten beschrieben, als Ausgüsse von Medusen aufgefaßt und als neuer Genus mit dem Namen *Atollites* bezeichnet. Dr. Zuber[1]) beschrieb einen ähnlichen Fund aus den ostgalizischen Karpathen (Jaremcze am Prut) und W. Kuzniar[2]) einen solchen aus dem Flysch südlich von Krakau. Der Fund aus Albanien zeigt die meiste Aehnlichkeit mit den von Zuber und Kuzniar beschriebenen und ich bezeichne die vorliegenden 2 Exemplare mit *Atollites cf. carpathicus Zub.* die große Aehnlichkeit betonend. Eine neue Unterteilung scheint mir auf das Problematische der Sache hinweisend nicht ratsam.

Bei I befinden sich neben anderen Flyschwülsten die regelmäßig angeordneten Wülste des *Atollites.* Die Anordnung bewegt sich in elliptischer Bahn und die einzelnen Wülste sind keilförmig ausgebildet.

Bei II ist die Anordnung kreisförmig, die Wülste sind ebenfalls keilförmig, aber es ist der Innenraum konkaver und die Wülste sehen dadurch viel erhabener aus. Den Anordnungen der Wülste, in kreisrunder oder elliptischer Bahn glaube ich aber nicht viel Bedeutung angedeihen lassen zu müssen, da dieselben jedenfalls auf die momentane Stellung der toten Meduse zurückzuführen sind. Dies ist auch ein Grund, warum ich beide Exemplare zu *Atoll. carp.* stelle. Jedenfalls wird es interessant sein, bei weiteren solchen Funden vielleicht auf sichere Annahmen zu kommen.

Größentabelle:

	Größter Durchmesser außen *mm*	Kleinster Durchmesser außen *mm*	Größter Durchmesser innen *mm*	Kleinster Durchmesser innen *mm*	Anzahl der Wülste	Länge der Wülste *mm*	Breite der Wülste *mm*	Höhe der Wülste *mm*
I	36	29	20	17	22	$6^1/_2$—8	$1^1/_2$—2	ca. $1^1/_2$
II	36	34	$15^1/_2$	14	18	$8^1/_2$—$11^1/_2$	2	ca. 2

---

[1]) Zuber, Eine foss. Med. a. d. Kreideflysch d. ostgalz. Karpathen. Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1910, S. 57.

Gesellschafts-Buchdruckerei Brüder Hollinek, Wien III. Steingasse 25.

Tafel X (I).

Dr. Fritz v. Kerner:
Quellengeologie von Mitteldalmatien.

Erklärung zur Tafel X (I).

Fig. 1—8.

Quellformen bei konkordanter und diskordanter Lagerung.

Fig. 1. Absteigende Quelle an der Auflagerungsgrenze jungpliocäner Schotter auf Congerienschichten. (Golo brdo bei Trilj.)

Fig. 2. Absteigendes Quellchen an einer Ueberschiebung von Rudistenkalk über Flyschmergel; in einem Fenster bloßgelegt. (Berg Struzevice bei Srijani.)

Fig. 3. Ueberfallquelle infolge der Einschaltung von Schieferton in endoklin gelagerten Ceratitenkalk. (Nordhang des Mučko polje.)

Fig. 4. Ueberfallendes Quellchen an einer Aufschiebung von Rudistenkalk auf mitteleocänen Knollenmergel. (Mittleres Koritotal.)

Fig. 5. Stauquelle infolge der Einschaltung von Mergellagen in steil gestellte Prominakonglomerate. (Hochtal von Catrnja am Prolog.)

Fig. 6. Stauquelle an einer Verwerfung zwischen Myacitenschiefer und Rudistenkalk. (Oberes Sutinatal.)

Fig. 7. Rückstauquelle an der Grenze von tonigen Schichten gegen Hornsteinkalk im Hangenden des ladinischen Augitporphyrites. (Oberes Suvajatal.)

Fig. 8. Rückstauquelle an der Transgressionsgrenze von Neogen auf Kreidekalk. (Westrand der Talmulde von Ervace.)

Fig. 9—16.

Beispiele von absteigenden Quellen.

Fig. 9. Quellchen aus exoklinem Rudistenkalk infolge der Zwischenschaltung unzerklüfteter oder unwegsame Klüfte führender Gesteinsbänke. (Nordhang des Westmosor.)

Fig. 10. Quellchen aus Rudistenkalkbreccien, von analoger Entstehung wie das vorige. (Nordosthang des Ostmosor.)

Fig. 11. Quellchen an der Auflagerungsgrenze von Nummulitenbreccienkalk auf synklinal gestellten Flyschmergel. (Monte Marjan.)

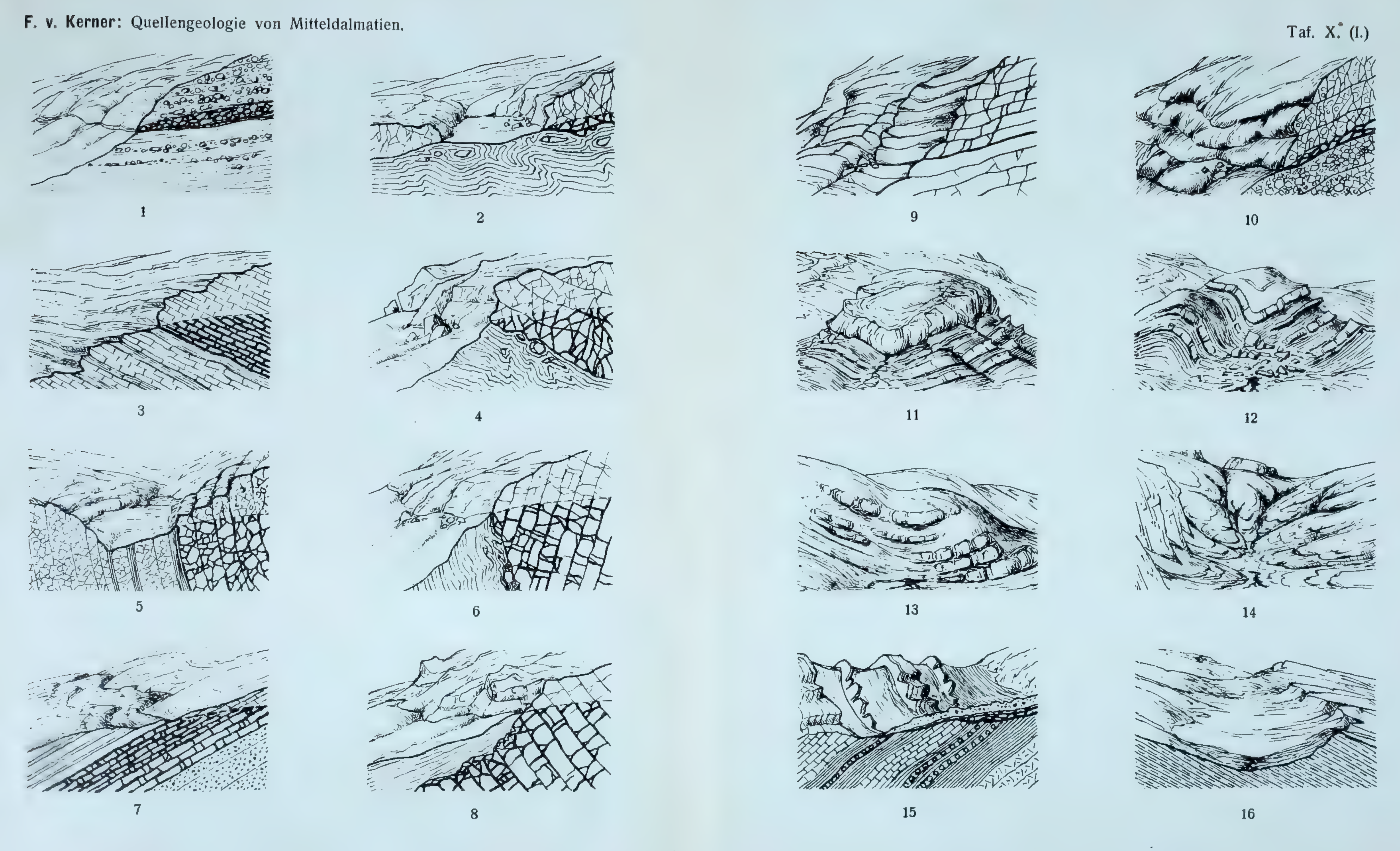
Fig. 12. Quelle an der Auflagerungsgrenze von Prominakonglomeraten auf synklinal gestellten flyschähnlichen Mergel. (Oberes Koritotal.)

Fig. 13. Quelle an der Auflagerungsgrenze jungpliocäner Schotter auf flachmuldenförmig gelagerte Congerienschichten. (Golo brdo bei Trilj.)

Fig. 14. Quellchen an der Grenze verwitterter gegen frische Schichten von hemizentroklinal gelagertem cenomanem Dolomit. (Hochtal von Zagradje am Mosor.)

Fig. 15. Schuttgrundquelle über unteren Duvinaschichten. (Mittleres Suvajatal.) — Schraffiert: Schieferton; geringelt: Knollenkalk; gefeldert: Hornsteinkalk

Fig. 16. Schuttgrundquelle über neogenem Mergelkalk. (Nordrand des Sinjsko polje.)



Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, Bd. LXVI. 1916.
Verlag der k. k. geologischen Reichsanstalt, Wien, III., Rasumofskygasse 23

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien

Tafel XI (II).

Dr. Fritz v. Kerner:
Quellengeologie von Mitteldalmatien.

Erklärung zur Tafel XI (II).

Fig. 17—28.

Beispiele von Stau- und Spaltquellen.

Fig. 17. Quelle aus endoklinen, von einer Mergellage unterteuften Prominakonglomeraten. (Oberes Koritotal.)

Fig. 18. Quelle aus endoklinen Neogenschichten. (Ostrücken des Susnevac.) — Punktiert: sandige Ceratophyllummergel; schraffiert: Bändermergel; unterbrochen schraffiert: Kalkmergel.

Fig. 19. Quelle an der Spitze einer Knickung im Schichtstreichen an der Grenze endokliner oberer und unterer Werfener Schichten. (Nordhang des Milinatales.)

Fig. 20. Quelle an der Flanke einer von Nummulitenkalkbreccien überlagerten Hemizentroklinale von Flyschmergel. (Westliches Dolac am Nordostfuße des Mosor.)

Fig. 21. Quelle aus Hornstein führenden Schichten über Augitporphyrit. (Oberes Suvajatal.)

Fig. 22. Quelle aus steil gestelltem Sandstein an der Grenze zwischen oberen und unteren Werfener Schichten. (Radacagraben ober Muć.)

Fig. 23. Quelle aus einer Zone von Knollenkalk zwischen Schiefertonen der unteren Duvinaschichten. (Oberstes Suvajatal.)

Fig. 24. Quelle aus steil gestelltem Flyschsandstein zwischen Flyschmergeln. (Oberes Smovotal.)

Fig. 25. Quelle an einer Verwerfung zwischen Werfener Schichten und Triasdolomit. (Oberes Sutinatal.)

Fig. 26. Quelle an einer Verwerfung zwischen Rudistenkalk und cenomanem Dolomit. (Mulde von Ljubac am Mosor.)

Fig 27. Quelle an der Transgressionsgrenze neogener Mergelkalke auf steil gestellte Eocän- und Kreideschichten. (Tal des Ovarlj potok.) — Eng schraffiert: Kreidedolomit; weit schraffiert: Chamidenkalk; punktiert: Rudaschichten; polygonal gefeldert: eocäne Breccien.

Fig. 28. Quelle an einer Verwerfung zwischen lignitführenden Congerienschichten und Liaskalk. (Westrand des Beckens von Lučane.)

Fig. 29—32.

Karstquellen.

Fig. 29. Karstquelle aus isoklinal gelagertem Chamidenkalk. (Ruminschlucht.)

Fig. 30. Karstquelle aus heteroklinal gelagertem Chamidenkalk. Die Quelle bricht in der Verwerfungsspalte auf. (Talkessel von Ruda.)

Fig. 31. Karstquelle aus Chamidenkalk, durch eine alttertiäre Mergelschiefervorlage brechend. (Talkessel von Ruda.)

Fig. 32. Karstquelle aus Rudistenkalk, nach ihrem Austritte durch vorgelagerte Neogenschichten brechend. (Schlucht des Kozinac.)



Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, Bd. LXVI, 1916.
Verlag der k. k. geologischen Reichsanstalt, Wien, III., Rasumofskygasse 23

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien

Tafel XII.

J. V. Želízko:
Beitrag zur Kenntnis der Gervillien der böhmischen Oberkreide.

Erklärung zur Tafel XII.

Fig. 1. *Gervillia bohemica n. sp.* — Knížnic bei Eisenstadtl.
Fig. 2. *Gervillia aurita n. sp.* — Morašic bei Leitomischl.
Fig. 3. *Gervillia cf. aurita.* — Morašic bei Leitomischl.
Fig. 4. *Gervillia gibbera n. sp.* — Morašic bei Leitomischl.
Fig. 5. *Gervillia sp.* — Morašic bei Leitomischl.

Original Fig. 1 stammt aus den Sammlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt, die Fig. 2—5 aus der Sammlung des Schulleiters Ferina.

Alle Figuren sind fast in der natürlichen Größe.

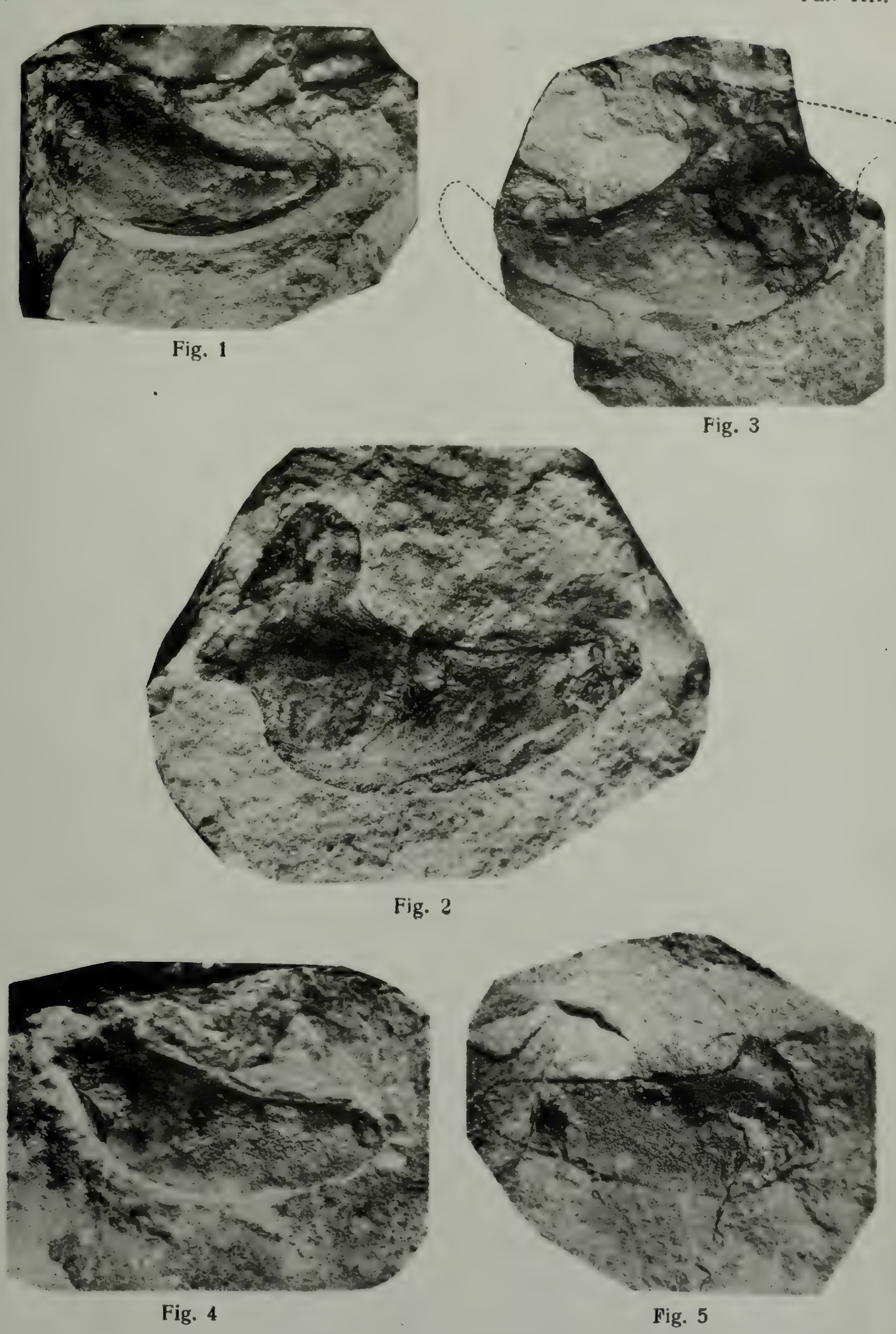


Fig. 1

Fig. 3

Fig. 2

Fig. 4

Fig. 5

Phot. u. Lichtdr. v. Max Jaffé, Wien.

Inhalt.

2. Heft.

Seite

NB. Die Autoren allein sind für den Inhalt und die Form ihrer Aufsätze verantwortlich.

Gesellschafts-Buchdruckerei Brüder Hollinek, Wien III. Steingasse 25.

Ausgegeben im Dezember 1917.

JAHRBUCH

DER

KAISERLICH-KÖNIGLICHEN

GEOLOGISCHEN REICHSANSTALT



JAHRGANG 1916. LXVI. BAND.

3. und 4. Heft.



Wien, 1917.

Verlag der k. k. Geologischen Reichsanstalt.

In Kommission bei R. Lechner (Wilh. Müller), k. u. k. Hofbuchhandlung

I. Graben 31.

Geomorphologische Studien über die Alpen am Rande der Grazer Bucht.

Von Dr. A. Aigner.

Einleitung.

Es ist heute nicht mehr möglich, das Problem der Alpenbildung nur vom rein geologischen Standpunkte zu behandeln. Die Frage, wie sich die Oberfläche des Gebirges entwickelt hat, nimmt immer mehr das Interesse aller Alpenforscher in Anspruch. Im allgemeinen sind die glazialen Formen so verbreitet, daß durch sie die frühere Gestaltung des Gebirges wenigstens bis zu einem gewissen Grade verwischt wurde. Wie schwer es ist, sich ein Urteil über das präglaziale Relief zu bilden, geht schon daraus hervor, daß die Meinungen über das Ausmaß der Glazialerosion keineswegs geklärt sind. Da muß es in einem Gebiete, das nicht oder nur wenig vergletschert war, leicher möglich sein, sich mit der Vergangenheit des Gebirges vertraut zu machen. Dies ist vor allem am Ostrand der Alpen der Fall. Hier kommt noch dazu, daß in den westlichen Verzweigungen des großen pannonischen Beckens, im inneralpinen Wiener Becken, in der Bucht von Landsee und in der Grazer Bucht miozäne und pliozäne Schichten in reicher Entwicklung liegen, so daß es hier naheliegt, Beziehungen zu suchen zwischen der Formenentwicklung des Gebirges und den einzelnen Umbildungsepochen dieser Buchten.

Mit der Lösung dieser Probleme in der Grazer Bucht habe ich mich durch eine Reihe von Jahren beschäftigt. Die Anregungen zu diesen Studien und mannigfache Förderungen danke ich meinen verehrten verstorbenen Lehrern, den Herren Hofrat Eduard Richter und Rudolf Hörnes, und Herrn Geheimrat Albrecht Penck. Ueber den gleichen Gegenstand hat Herr Dr. Sölch auf dem Geographentage zu Innsbruck im Mai 1912 einen Vortrag gehalten (Lit. Nr. 1). — Es sollen nun hier die wichtigsten Ergebnisse meiner Studien zusammengefaßt werden.

Von zwei Tatsachengruppen mußte ich ausgehen, erstens von den miozänen und pliozänen Schichten der Grazer Bucht und zweitens von den Oberflächenformen des Tertiärhügellandes der Bucht und jenen der angrenzenden Teile der Alpen. Die Folge der miozänen und pliozänen Schichten der Bucht ist durch zahlreiche Studien ausgezeichneter Geologen im wesentlichen bekannt; aber über ausgedehnte Gebiete (so über den Bereich der Spezialkartenblätter Fürstenfeld,

Gleichenberg mit Ausnahme des vulkanischen Gebiets, des östlichen Teiles des Blattes Wildon, über den größten Teil der Windischen Bühel) lagen keine neueren Detailstudien vor; es mußten daher in diesen Gegenden wiederholt im einzelnen sehr zeitraubende Untersuchungen angestellt werden. Die Arbeiten von Winkler sind erst nach Vollendung dieser Studien erschienen.

Die Hauptaufgabe aber war, in kritischer Weise die Entwicklung der Formenwelt des Gebirges kennen zu lernen; dann erst konnten die Beziehungen zwischen der Oberflächenentwicklung des Gebirges und den einzelnen Phasen in der Geschichte der Grazer Bucht aufgesucht werden.

I. Die miozänen und pliozänen Schichten der Grazer Bucht.

Um die geologische Erforschung der Grazer Bucht haben sich in älterer Zeit vor allem Rolle und Stur, später dann in erster Linie Hörnes und Hilber große Verdienste erworben. In neuerer Zeit haben Dreger, dann besonders Winkler über die Tertiärschichten der Grazer Bucht eingehende Untersuchungen gepflogen. Winkler verspricht, seine Arbeiten auch über die jüngsten Schichten dieses Gebietes auszudehnen. Dann erst werden diese neueren Studien zu einem Abschluß gekommen sein. Ich folge hier im wesentlichen den Auffassungen von Hörnes und Hilber.

Die tertiäre Ausfüllung der Bucht beginnt mit den lakustren, Braunkohlen führenden Schichten, die Hilber ins Untermiozän stellt (Lit. Nr. 2). Sie liegen fast durchwegs am Rande des Gebirges und erfüllen einige in das Gebirge eingreifende Buchten. Die nächstjüngere Gruppe gehört dem Grunder Horizont und der II. Mediterranstufe (Leithakalkschichten) an. Diese Schichten liegen mit Ausnahme des Vorkommens am Aframberg bei Wildon nur westlich der Kainach und Mur. Sie bauen dann im wesentlichen den westlichen Teil der Windischen Büheln auf und finden sich erst weiter südlich an der Drau in deren östlichem Teile. Außerdem ist noch im Nordosten der Grazer Bucht bei Pinkafeld ein Leithakalkvorkommen bekannt geworden (Lit. Nr. 3). Der übrige Raum der Grazer Bucht, also vor allem die Oststeiermark, wird von jüngeren Sedimenten erfüllt. Unter diesen herrschen jene Tone, Tegel, Lehme, Sande und Schotter vor, die bisher für pontisch gehalten wurden; nach den paläontologischen Untersuchungen von Bach (Lit. Nr. 4) muß man freilich annehmen, daß wenigstens ein Teil davon jünger, nämlich levantinisch ist. Unter diesen pliozänen Schichten — die pontischen sollen hier zum Pliozän gerechnet werden — liegen, östlich der Linie Mureck—Wildon—Doblbad, sarmatische Schichten. Am meisten treten sie zwischen den gegen Osten gerichteten Talstrecken der Raab und Mur zutage.

Sölch versucht nun die Schotter im Gratweiner Becken und westlich des Plawutschzuges in mehrere Stufen zu zerlegen, indem er von den sogenannten Belvedereschottern, die er als Höhenschotter bezeichnet, zwei ältere Gruppen abtrennt. Als älteste Gruppe be-

trachtet er die von Hilber mehrfach besprochenen Blöcke, die bei Gratwein unter den Belvedereschottern liegen (Lit. Nr. 5). Er faßt sie im Gegensatz zu Hilber, der früher für sie die Beförderung durch Gletscher für möglich hielt, sie aber jetzt auf einen verhüllten archäischen Grundgebirgsrücken zurückführt, als Zeugen einer Schuttverfrachtung auf, wie sie Penck für die Zeit der Erhebung der Alpen zu Beginn der Miozänzeit annimmt (Lit. Nr. 6, S. 1138). Als nächstjüngere Gruppe faßt er einige Schottervorkommen, vor allem in der Mantscha (Graz, SW) zusammen, die er der Leithastufe zurechnet und auch nach dem Vorgange von Stur (Lit. Nr. 7) als Leithaschotter bezeichnet. Damals hätte die Mur in einer Höhe von 500 *m* in die Bucht gemündet, und zwar habe sie ihren Lauf im Gegensatz zu heute westlich vom Plawutschzug genommen und dann im Kaiserwald, dessen Schotter von Penck (Lit .Nr. 6) für diluvial gehalten wurden, einen Schuttkegel aufgebaut.

Ich kann dieser von Sölch vertretenen Meinung keineswegs beistimmen. Von den Blöcken bei Gratwein ist nur eines mit Sicherheit zu sagen, nämlich daß sie unter den Bevledereschottern liegen. Es ist aber bisher nicht gelungen, einwandfrei zu zeigen, daß beide Ablagerungen verschiedenen Alters sind, ebensowenig wie sich mit Sicherheit beweisen läßt, daß die Blöcke nur eine andere Fazies der Schotter seien. Es sind daher meines Erachtens beide Meinungen nur gleichberechtigte Vermutungen. Ich halte es für möglich, daß die Blöcke aus einer Zeit sehr lebhafter Erosion, und zwar der vorpontischen Erosion stammen. Vielleicht gelingt es mir, später darzutun, daß man auch für diese Zeit eine Schuttverfrachtung annehmen kann, wie sie Penck für den Beginn des Miozäns annimmt.

Auch die Abtrennung der sogenannten Leithaschotter halte ich nicht für berechtigt. Sölch stützt sich dabei auf mehrere Beobachtungen, die er in Uebereinstimmung mit Stur an den Schottern in der Mantscha gemacht hat. Diese Schotter sollen nämlich durch die Verschiedenartigkeit des Materials, die Größe der Gerölle und den Grad der Verwitterung von den übrigen Schottern abweichen. Diese Eigenschaften, von denen Sölch bemerkt, daß sie außer in der Mantscha, wo sie besonders charakteristisch ausgebildet sind, auch sonst häufig in der Gegend beobachtet werden können, sind meiner Ansicht nicht in dem Maße entwickelt, daß man deshalb eine solche Abtrennung vornehmen müßte. In den Schottern der Grazer Bucht finden sich öfters lokale Verschiedenheiten, ohne daß man diesen deshalb eine besondere Bedeutung in der ganzen Schichtreihe beimessen dürfte. Im Gegenteil, die Schotter machen den Eindruck einer einheitlichen Masse, so daß bisher kein Forscher zu einer solchen Trennung gelangt ist. Auch Stur nimmt keine Scheidung der tieferen Schotter von den höheren vor, sondern stellt überhaupt die Schotter westlich der Mur jenen östlich von ihr gegenüber. Er tut dies aber ohne wirkliche Begründung, nur um die Tatsache zu erklären, daß die marinen Bildungen der Leithastufe nicht bis an den Gebirgsrand reichen. Diese Meinung Sturs wurde aber später durch die Auffindung sarmatischer Schichten in Thal (Graz, W) unhaltbar (Lit. Nr. 8). Wenn auch nicht gesagt werden soll, daß eine solche Abtrennung,

wie sie Sölch vornimmt, ganz und gar ausgeschlossen ist, so muß doch, so lange nicht das Gegenteil bewiesen ist, an der Einheitlichkeit der gesamten Schottermasse festgehalten werden.

Noch eines möchte ich dazu zu bedenken geben. Sölch bemerkt, daß die Schotter der Mantscha tiefer als die sarmatischen Kalke von Thal liegen. Ich habe aber südwestlich von Thal, bei der Forstwiese, unter den Schottern Tegel mit sarmatischen Fossilien gefunden; diese Schichten liegen aber nicht höher als die Schotter der Mantscha. Die Lagerung der sarmatischen Schichten ist also derart, daß an keiner Stelle eine Ueberlagerung der Schotter durch sarmatische Schichten angenommen werden kann; im Gegenteil, die sarmatischen Schichten sind zum Teil sicher von den Schottern überlagert oder die Schotter erscheinen an jene angelagert. Es sind also bis jetzt keine Erscheinungen beobachtet worden, die die Abtrennung eines selbständigen Komplexes von Leithaschottern rechtfertigen würde; damit ist natürlich die Behauptung, daß die Mur in mediterraner Zeit westlich des Plawutsch floß nur eine Vermutung. Die Meinung, daß die Mur einmal diesen Weg genommen, entspringt aus der Ansicht, daß sich die Schotter aus dem Gratweiner Becken geschlossen über St. Oswald gegen das Kainachtal fortsetzen, eine Ansicht, die nicht genügend begründet ist, denn am rechten Gehänge des Schirdingtales, also nördlich von St. Oswald, ragen aus den Schottern an mehreren Stellen paläozoische Gesteine heraus, so daß hier der Zusammenhang der Schotter in der Tiefe nicht mit Sicherheit behauptet werden kann. Sehr unbegründet ist endlich die Bemerkung Sölchs, daß die Mur in sarmatischer Zeit wahrscheinlich aus dem Gratweiner Becken gegen Osten durch die Niederung nördlich der Kanzel überfloß. Dann müßten die Schotter, die nördlich von St. Veit liegen, auch der Leithastufe angehören oder wenigstens sarmatisch sein. Da für die Schotter östlich der Mur an vielen Stellen das pontische Alter zu erweisen ist, so ist wohl auch für diese hier das pontische Alter wahrscheinlicher als irgendein anderes.

Sölch hält auch wie Stur die Schotter des Kaiserwaldes für Leithaschotter. Er sagt, daß sie den Schottern bei der Mantschamühle gleichen. Ich habe zwar die Kaiserwaldschotter nicht gerade mit jenen von der Mantschamühle verglichen, aber ich habe wiederholt den Eindruck gewonnen, daß sich die Kaiserwaldschotter von den Schottern des nördlich anstoßenden Hügellandes, so des Haseldorfbergs, Pfalzbergs usw. wesentlich unterscheiden, und mir ist die Aehnlichkeit der Kaiserwaldschotter mit dem übrigen diluvialen Schotter des Murtales aufgefallen. Ich habe zwar in meinen Studien über die eiszeitliche Vergletscherung des Murgebietes (Lit. Nr. 9) die Kaiserwaldschotter nicht behandelt, muß sie aber jetzt in Uebereinstimmung mit Penck für Deckenschotter halten. In dieser Ueberzeugung wird man dadurch bestärkt, daß sie eine ausgesprochene, mit Lehm bedeckte Terrasse bilden, die dann auch noch weiter flußabwärts auftritt. Ihre Fortsetzung sehe ich nämlich am linken Murufer in der großen lehmbedeckten Terrasse, die sich südlich der Linie Ragnitz (Leibnitz, NO) — Wolfsberg ausdehnt und dann weiter östlich in den Terrassen des Schweinsbach-, des Weinburger- und Glauningwaldes. Hier war es mir an einigen

Aufschlüssen möglich, zu finden, daß die Schotter dieser höheren Terrassen die gleiche Gesteinszusammensetzung besitzen wie die der niedrigeren, deren diluviales Alter nicht bestritten werden kann; der einzige Unterschied besteht im Grad der Verwitterung der Geschiebe. Auch hier ist die Verschiedenheit dieser ältesten diluvialen Schotter von den nördlich anstoßenden tertiären nach Winkler sarmatischen (bei St. Peter a. O.) in die Augen springend.

Die Abtrennung mediterraner Schotter erscheint also nicht hinreichend begründet. Dagegen dürften einzelne Schotterpartien, die mit den untermiozänen Schichten in Verbindung auftreten, untermiozänen Alters sein. So spricht Petrascheck (Lit. Nr. 38) von Konglomeraten im Köflacher Becken, die über den kohlenführenden Schichten liegen, aber noch von den gleichen Störungen betroffen wurden, wie jene. Die Hauptmasse der Schotter und Sande wird man aber als eine einheitliche Ablagerung pliozänen Alters auffassen müssen. An dieser Meinung muß ich um so mehr festhalten, als östlich der Mur, wie schon erwähnt, auch für die tiefsten Lagen der Schotter das pontische Alter paläontologisch erwiesen ist (Lit. Nr. 10).

Auch halte ich es für unannehmbar, östlich der Mur die höheren Schotter als eine selbständige Bildung den tieferen gegenüberzustellen, etwa so, daß jene über pontischen Schichten als Schuttkegel ausgebreitet worden wären. Der einzige Anhaltspunkt dafür wäre, daß in den Schottern des Laßnitztunnels (Graz, SO) ein Zahn von *Mastodon arvernensis* gefunden wurde, was, wie Bach zeigt (Lit. Nr. 4), darauf hinweist, daß die höheren Schotter levantinisch sind. Da bisher sonst von keiner Stelle für die levantinische Stufe bezeichnende Fossilien gefunden wurden, so wäre es ja denkbar, daß gerade die Schotter des Laßnitztunnels eine jüngere Einschaltung sind, vielleicht abgelagert in einem in die pontischen Schichten eingeschnittenen Tale. Sonst sind keine Anzeichen zu finden, die es gestatten würden, die höheren Schotter als eine spätere Auflagerung über die pontischen zu betrachten; im Gegenteil, man bemerkt wiederholt eine Wechsellagerung der Schotter mit den Sanden und Tegeln (vgl. dazu auch Lit. Nr. 10) und muß so die Gesamtheit aller dieser Schichten als einen einheitlichen Komplex betrachten. Wenn die Schotter des Laßnitztunnels nicht eine lokal begrenzte jüngere Einschaltung sind, würde eben eine aus der pontischen bis in die levantinische Stufe hinaufreichende Ablagerung vorliegen.

Die Auffassung, daß alle diese Schichten Ablagerungen einer einzigen Bildungsepoche der Grazer Bucht sind, wurde auch von Hörnes (Lit. Nr. 11) vertreten. Er sagt, daß sich hier Ablagerungen aus fließendem und stehendem Wasser vertreten. Hilber hat zuerst (Lit. Nr. 10) die Schotter als thrakische Bildungen von den übrigen pontischen getrennt, dann aber (Lit. Nr. 3) diese Meinung aufgegeben und wenigstens für das Gebiet von Hartberg und Pinkafeld erklärt, daß von einer Trennung der Schotter von den Tegeln nicht gesprochen werden kann. Freilich können innerhalb dieser Schichtserie im kleinen manche Diskordanzen bestehen und besonders sind solche zwischen den Schottern und Sanden zu bemerken; sie sind durchaus nur von lokaler Bedeutung und stören so das Gesamtbild nicht. Es

traten eben während der Ablagerung Veränderungen ein, so daß ein Gebiet vorübergehend Stromland war und dann vielleicht wieder von stehendem Wasser bedeckt wurde. Im allgemeinen überwiegen die Sande und ich möchte schon deshalb die Ablagerungen aus fließendem Wasser nicht durchaus kurzerhand als Schuttkegel bezeichnen.

Westlich der Mur haben die Ablagerungen ja in mancher Hinsicht einen etwas abweichenden Charakter, aber die Verschiedenheiten sind keineswegs so bedeutend, daß man für dieses Gebiet eine abweichende Entwicklung annehmen müßte. Hier im Westen fehlen die Tegel, dafür treten häufig Lehme auf. Bezüglich der in der Literatur öfter genannten, „mit Lehm gemischten Schotter“ möchte ich bemerken, daß da sehr leicht eine Täuschung unterlaufen kann, indem meist nur die an den Gehängen verrutschten Schotter diesen Eindruck machen. Sehr stark sind Sande vertreten; auch noch weit im Westen, nördlich von Voitsberg, kann man einen wiederholten Wechsel zwischen Sand und Schotter bemerken.

Ich halte alle Schotter, Sande, Tegel und Lehme westlich und östlich der Mur, soweit sie nicht als sicher untermiozän oder sarmatisch erkannt wurden, für zusammengehörige Bildungen. Ihrer Ablagerung ging jedenfalls eine Zeit der Erosion, die vorpontische Erosion, voraus. Die Spuren dieser vorpontischen Erosion wurden von Hörnes weithin verfolgt (Lit. Nr. 12). In unserem Gebiet spricht für sie, wie schon Hilber auseinandergesetzt hat (Lit. Nr. 10), vor allem die Art des Auftretens der sarmatischen Schichten unter den überlagernden pontischen. Ferner weist er darauf hin, daß die pontischen Schotter nördlich der Kanzel und auch nördlich von St. Stephan a. G. in der Tiefe in einer engen Rinne, also in einer Erosionsfurche zu liegen scheinen. Ich habe auch schon früher das Vorkommen von Blöcken mit dieser vorpontischen Erosion in Zusammenhang gebracht, freilich ohne dafür einen besseren Anhaltspunkt finden zu können als den, daß die Blöcke eben unmittelbar unter den Schottern liegen. Die Frage, ob eine einzige Aufschüttung aus der pontischen bis in die levantinische Stufe fortgedauert hat oder ob die Schotter mit *Mastodon arvernensis* nur eine spätere Einschaltung sind, die vielleicht auch noch an anderen Stellen vorhanden sein könnten, läßt sich schwer entscheiden; vielleicht bringen spätere Untersuchungen sichere Aufklärungen in dieser Hinsicht.

II. Die Umbildungsepochen der Grazer Bucht und die pliozäne Landoberfläche.

Sollen nun die Ergebnisse der geologischen Erforschung der Grazer Bucht für die morphologische Betrachtung des Gebirges verwertet werden, also eine zeitliche Einordnung des Ablaufs der Formenentwicklung in die durch die Schichtfolge gegebenen Umbildungsepochen der Bucht gefunden werden, so handelt es sich darum, die Lagen des Meeresspiegels, beziehungsweise wenn die Bucht nicht von Wasser bedeckt war, der Landoberfläche, d. h. also für den Ge-

birgsrand die jeweiligen Lagen der Erosionsbasis oder allgemeiner des unteren Denudationsniveaus zu suchen.

Für die Miozänzeit wird man in dieser Hinsicht in der Grazer Bucht kaum zu einem befriedigenden Ergebnisse gelangen können. Ist es vielleicht verlockend, aus der Höhe manches Leithakalkstockes der Grazer Bucht, so des Buchkogels bei Wildon, Schlüsse zu ziehen auf die Höhe des Meeresspiegels, so steht dem die Tatsache gegenüber, daß in der Grazer Bucht in nachmediterraner Zeit sicher noch bedeutende Niveauänderungen, Hebungen und Senkungen, stattgefunden haben. Es soll hier nur darauf hingewiesen werden, daß die mediterranen Schichten nicht an den Gebirgsrand herantreten, ein Umstand, der Stur (Lit. Nr. 7) zur Aufstellung der Hypothese von der Hebung der Zentralalpen veranlaßt hat und daß sich bei Graz zwischen die Mediterranschichten und den Gebirgsrand sarmatische Schichten in hypsometrisch tiefer Lage einschieben; Hörnes hat diesen Erscheinungen eine eingehendere Darstellung gewidmet (Lit. Nr. 11). Zunächst hat A. Winkler (Lit. Nr. 23) gezeigt, daß in der Grazer Bucht noch erhebliche nachmediterrane Störungen eingetreten sind. Auch bei der sarmatischen Stufe ist es nicht möglich, mit einiger Sicherheit die einstige Spiegelhöhe zu finden, denn einerseits wurden die sarmatischen Schichten stark abgetragen und anderseits erfuhren auch sie jedenfalls noch eine beträchtliche Störung (vgl. dazu Winkler).

Anders liegen die Verhältnisse bei den Schichten der nächstjüngeren Entwicklungsepoche der Grazer Bucht. Pontische Schotter und Sande liegen in Buchten des Gebirges und es sind keine Anzeichen zu finden, die die Meinung stützen würden, daß das Randgebirge und wenigstens die randlichen Teile der Bucht seit der pontischen Zeit tektonisch verschiedene Wege gegangen wären; im Gegenteil man gewinnt den Eindruck, daß diese Gebiete seither tektonisch die gleichen Schicksale erlebt haben.

Wie hoch nun die pliozäne Aufschüttungsfläche in der Grazer Bucht und damit für das benachbarte Gebirge das untere Denudationsniveau lag, das läßt sich freilich nicht ohne weiteres entscheiden. Denn ich möchte nicht die auf den paläozoischen Höhen der Umgebung von Graz isoliert liegenden und auch sonst am Gebirgsrande in ähnlicher Lage öfter vorkommenden Schotter von vornherein für pliozän halten. Hält man diese Schotter für pliozän, dann nimmt man an, daß die pliozäne Aufschüttung bis zu diesen bedeutenden Höhen emporgereicht hat. Aus einer solchen Annahme ergeben sich aber so weitgehende Folgerungen, daß man die Frage nach dem Alter jener Schotter nur auf Grund einer eingehenden Untersuchung erledigen kann. Auf keinen Fall aber kann man aus den Höhen der aus Schotter gebildeten Hügelkämme der Grazer Bucht einen Schluß ziehen auf die Höhe der pliozänen Aufschüttungsfläche. Die morphologische Betrachtung der mittelsteirischen Hügel lehrt unzweifelhaft, daß hier eine starke Abtragung stattgefunden hat. Den Ausdruck „intakte Riedelfläche“ möchte ich auf keinen Fall so anwenden, wie dies Sölch tut. Mir ist mit Ausnahme einiger ausgedehnterer Ebenheiten nördlich von Fürstenfeld und mit Ausnahme der zahlreichen diluvialen Terrassen im ganzen mittelsteirischen Hügelland kaum eine Stelle bekannt, die

diese Bezeichnung zulassen würde. Im Gegenteil, die Kämme der Hügelzüge sind zum Teil recht schmal und wo Verbreiterungen auftreten, haben wir Rücken vor uns, deren flache Formen einem späteren pliozänen Entwicklungsstadium der Landschaft mit höherem unterem Denudationsniveau als das heutige entsprechen. Es ist ja vielleicht verlockend, aus den Höhen der Hügelkämme die alte Aufschüttungsfläche zu rekonstruieren und Reste von ihr allenfalls in den ausgedehnten Flächen zwischen Raab und Zala im westlichen Ungarn zu sehen. Man bekäme so die Oberfläche eines großen Schuttkegels. Sprechen meiner Ansicht schon die geologischen Verhältnisse nicht dafür, so noch viel weniger die morphologischen.

Das ganze mittelsteirische Hügelland zeichnet sich im großen und ganzen durch eine morphologische Gleichartigkeit aus; vor allem ist da die Anordnung des Flußnetzes in die Augen springend.

Dessen wesentlichste Eigentümlichkeiten bestehen in einer weitgehenden Asymmetrie und in stets wiederkehrenden bestimmten Laufrichtungen der Gewässer. Schon Rolle (Lit. Nr. 13) hat auf diese Erscheinungen hingewiesen und Hilber hat über die Asymmetrie gehandelt (Lit. Nr. 14). Dies spricht dafür, daß das ganze Hügelland bis südlich zur Drau aus einer großen Ausgangsform herausgearbeitet worden ist. Diese Ausgangsform kann nur die pliozäne Aufschüttungsfläche gewesen sein, die jedenfalls auch in jenen Teilen der Grazer Bucht bestanden haben muß, in denen heute pontische Schichten fehlen, nämlich westlich der Linie Mur—Kainach und in den Windischen Büheln. Auf keinen Fall darf man aber Formen des heutigen Hügellandes mit vorpontischen Zuständen in einen Zusammenhang bringen wie Sölch, der es bemerkenswert findet, daß die Zertalung der Landschaft im Westen der Bucht nicht weiter vorgeschritten ist als im Osten. Die pliozäne Aufschüttung war eben ein Prozeß, der die Spuren der früheren Entwicklung vernichtet und dann die Grundlage für eine neue Entwicklung geschaffen hat.

Aus dem Hügellande ragen aber zwei Gebiete hervor, die Hügelkämme ziemlich an Höhe übertreffend, die aus paläozoischen Gesteinen aufgebaute Berggruppe des Sausal und das Gleichenberger Eruptivgebiet. Im Sausal ist an keiner Stelle eine ausgesprochene Verebnungsfläche zu erkennen, die sich zwischen die Kammhöhen dieses Gebiets und jene des Hügellands einschieben würde. Den morphologischen Auseinandersetzungen von Terzaghi und Leitmeier (Lit. Nr. 15) kann ich ganz und gar nicht beipflichten; die von ihnen beschriebenen Formen können bei einer strengen morphologischen Beurteilung nicht als Verebnungen angesprochen werden. (Die von Leitmeier in seiner Karte angegebenen Flußgerölle kommen nicht in Betracht, denn sie liegen nicht höher als sonst die pliozänen Schotter.) Bemerkenswert sind aber die schon von Rolle als epigenetisch erkannten Flußdurchbrüche des Sulm. Aus diesen geht die Existenz einer ziemlich hoch gelegenen Talebene hervor, auf der die Sulm ihren Lauf gegen Osten genommen hat. Noch merkwürdiger ist aber eine andere, auch schon von Rolle hervorgehobene Tatsache. Die Anordnung des Talnetzes ist nämlich im Sausal ganz die gleiche wie im benachbarten viel niedrigeren Hügellande. Auch hier

finden wir ausschließlich die meridionalen Täler und die asymmetrische Lage der Wasserscheide. So unterscheidet sich dieses Bergland nur durch steilere Formen, die auf die größere Widerstandsfähigkeit der Gesteine zurückzuführen sind, vom Hügellande. Diese morphologische Harmonie legt den Gedanken nahe, daß der Entwicklung beider die gleiche Ausgangsform zugrunde lag.

Während also im Sausal keine Verebnungsfläche über der Höhe der benachbarten Tertiärhügel festzustellen ist, finden wir eine solche im Gleichenberger Eruptivgebiet bei Hochstraden in einer Höhe von 568 *m*. Es ist ein deutlich ausgeprägtes und ziemlich ausgedehntes Plateau und im Basalt ausgebildet. Da der Basalt pontischen Alters ist, muß diese Fläche entweder spätpontisch oder wahrscheinlich noch jünger sein. Winkler beobachtet gleichfalls diese Form (Lit. Nr. 34) und bewertet ihre morphologische Bedeutung. Die runde Kuppe des Stradnerkogels hält er für einen Teil eines über jenes Niveau sich erhebenden Hügellandes. Als weitere Zeugen der einstigen Landoberfläche betrachtet er Terrassen im benachbarten Trachytgebiet von Gleichenberg in einer Höhe von 520 *m*. Diese Formen sind aber bei weitem nicht so schön ausgeprägt wie die genannte Ebenheit von Hochstraden. Winkler hält alle diese Formen für mittelpliozän und meint, daß sich damals eine stark abgetragene Basaltlandschaft abgesenkt habe, allmählich übergehend in die von pliozänen Sedimenten aufgebaute Ebene, sich erstreckend bis an die näheren oder ferneren Ufer des pontischen Sees. Die Formen des Stradnerkogels zeigen, daß zur Zeit, als die Täler im Niveau von Hochstraden lagen, die Besaltberge schon eine beträchtliche Abtragung erfahren haben müssen. Es erscheint sonach sicher, daß zwischen die Zeit der Basalteruptionen und die Zeit der Ausbildung des Niveaus von Hochstraden ziemlich viel Zeit verstrichen sein muß.

Die Frage, ob dieses Niveau in die Zeit der höchsten Lage des pontischen Sees fällt, läßt sich geologisch nicht entscheiden. Mir scheint es aber aus morphologischen Gründen sehr wahrscheinlich zu sein, daß das Niveau von Hochstraden einem späteren, also mittelpliozänen Stadium der Entwicklung der Landoberfläche entspricht. Ich halte es also für wahrscheinlich, daß auch hier die pontische Ausgangsform höher lag. Denn wie im Sausal bemerken wir auch im Gleichenberger Eruptivgebiet, daß die Anlage der Täler fast ganz unabhängig ist von der Ausdehnung der vulkanischen Gesteine. Auch hier finden wir Durchbrüche, die man wohl nur epigenetisch erklären kann und auch hier liegt die Wasserscheide wie westlich davon im niedrigeren Hügellande asymmetrisch.

So erscheint es naheliegend, anzunehmen, daß die pliozäne Aufschüttungsfläche der Grazer Bucht höher lag als die höchsten Erhebungen des Sausals und des Gleichenberger Gebiets; sie wäre also westlich der Mur rund 700 *m* gelegen gewesen und im Osten immer noch wesentlich über 600 *m*. Man wird dem vielleicht entgegenhalten, daß diese morphologische Uebereinstimmung so verschieden hoher Gebiete auch bei ganz verschiedenen Ausgangsformen entstanden sein könnte, wenn nur die Kräfte, die für die Anlagen des Flußsystems maßgebend waren, in beiden Fällen dieselben waren. Man wird aber bei ein-

gehender Ueberlegung kaum solche Kräfte finden können, die die Entwicklung aus verschieden alten Ausgangsformen zu dem gleichen Ergebnisse erklären könnten. In diesem Zusammenhange möchte ich noch auf eine auffällige Erscheinung hinweisen. Etwas östlich des Gleichenberger Gebietes geht das Hügelland allmählich in die ausgedehnten Riedelflächen zwischen Raab und Zála über; diese sind nach einer freundlichen Mitteilung des Herrn Prof. Loczy von Schottern bedeckt. Hier ist die Anordnung des Flußnetzes eine ganz andere als im benachbarten steirischen Hügellande und ich denke mir, daß hier eine jüngere pliozäne Aufschüttungsfläche vorliegt, auf der dann Täler von ganz abweichenden Richtungen angelegt wurden. Das Material zu dieser jüngeren pliozänen Aufschüttung wäre von der Raab und ihren Nebenflüssen den älterpliozänen Schottern Mittelsteiermarks entnommen worden. Diese zum zweitenmal abgelagerten Schotter wären ungefähr ein Aequivalent der jüngsten pliozänen Donauschotter bei Wien.

So ist es vor allem auf Grund morphologischer Betrachtungen möglich, über die pliozänen Zustände der Grazer Bucht Vorstellungen zu gewinnen. Nach der vorpontischen Erosionsepoche setzt eine bedeutende Aufschüttung ein, deren Produkt eine weit über den Kämmen des Tertiärhügellandes gelegene Fläche — jedenfalls von Gestalt mehrerer nebeneinander liegender Schwemmkegel — ist. Diese Aufschüttung ist der letzte wichtige Abschnitt der Entwicklung der Grazer Bucht vor der Eintiefung der heutigen Täler. Deren Bildung ging auch nicht ohne Unterbrechungen vor sich; auf diese hat Sölch hingewiesen und Hilber hat ihnen für die Umgebung von Graz eine eingehende Darstellung gewidmet (Lit. Nr. 16). So zahlreich auch die Spuren von späteren Stillständen der Erosion sind, so kann doch kein einziger für die Ausgestaltung des Randgebirges nur annähernd eine solche Bedeutung gewonnen haben wie die Zeit der großen pliozänen Aufschüttung. Die während dieser Zeit der ständigen Hebung des unteren Denudationsniveaus im Gebirge entstandenen flacheren Oberflächenformen mußten dann bis zu einem gewissen Grade die Ausgangsformen für die weitere Entwicklung und damit jedenfalls auch für das heutige Relief werden.

III. Die Oberflächengestaltung des Gebirgsrandes.

Schon bei oberflächlicher Betrachtung des Randgebirges der Grazer Bucht fallen die oft sehr breiten Kämme auf, deren Firstlinien vielfach auf längere Erstreckung hin ungefähr die gleiche Höhe beibehalten. Zu ihnen gesellen sich dann in der Höhe flache Gehänge und manchmal Formen die sich auf den ersten Blick auf alle Talböden zurückführen lassen. Es treten also in der Höhe Formen auf, die in entschiedenem Gegensatze stehen zu den steileren Formen der tieferen Tallandschaften. — Sölch hat jüngere und ältere Formen voneinander unterschieden. Ohne darauf näher einzugehen, nimmt er von den älteren an, daß sie vor dem Einbruch der Grazer Bucht ent-

standen seien. Auch Winkler (Lit. Nr. 33) hält es für möglich, daß die im Bereiche der Umrandung der Grazer Bucht und im Bachern mit großer Deutlichkeit zu erkennenden „Terrassen" alttertiär, wahrscheinlich oligozän seien. An mehreren Stellen finden sich mit den alten Formen in Verbindung hochgelegene Schotter, die der morphologischen Betrachtung natürlich sehr wichtige Anhaltspunkte bieten und so das Bild des alten Reliefs entschleiern helfen. Bei der Durchführung einer Formenanalyse des Gebirgsrandes stellte sich aber die Notwendigkeit heraus, dafür eine sichere theoretische Grundlage zu gewinnen. Im Laufe meiner Untersuchungen habe ich mich von folgendem Gedankengange leiten lassen.

Die meisten der in die Grazer Bucht mündenden Täler haben **V**-förmigen Querschnitt, es sind Täler, in denen die Erosion noch mehr oder weniger lebhaft an der Vertiefung arbeitet. In diesen Tälern ist die Gestaltung der Gehänge abhängig von der Erosion. Wo Sohlentäler auftreten, ist der Prozeß der Talbildung infolge von lokalen Verhältnissen — geringere Widerstandsfähigkeit des Gesteins oder größere Wassermengen — schon weiter vorgeschritten; die Gehänge sind da freilich schon mehr in Ruhe, zeigen aber vielfach die Spuren gegenwärtiger oder noch nicht lange vergangener Untergrabungen. Die Gestalt der Kämme endlich ist wieder abhängig von dem Zustande der Gehänge; wo diese sich noch nicht im Gleichgewichtszustande befinden, haben die Kämmme Gratformen, während sie bei im wesentlichen ruhenden Gehängen schon mehr oder weniger gerundet erscheinen, also Rückenformen besitzen. Die Formen aller dieser Täler, der Kerb- und Sohlentäler, ihre Gehänge und die dazugehörenden Kämme sind danach als die Formen eines einzigen Prozesses zu betrachten; sie sind gleichalt, wenn sie auch im einzelnen betrachtet verschieden aussehen, also einen verschiedenen Reifegrad besitzen mögen. Daneben treten aber Formen auf, die sich nicht allein auf das heute wirkende Kräftesystem zurückführen lassen. Ihre Erscheinung steht in einem Mißverhältnis zu den jetzt wirkenden Faktoren. In ihnen sind noch ältere Formen als Ausgangsformen zu erkennen, sie sind nicht ausschließlich von den vor unseren Augen wirkenden Kräften geschaffen worden, sondern man erkennt vielmehr, daß diese Kräfte an der Vernichtung einer alten Form arbeiten, daß es ihnen aber noch nicht gelungen, diese ganz auszutilgen und ganz ihrem System zu unterwerfen. Diese Formen müssen als die Ruinen eines alten Reliefs von den übrigen getrennt werden. Diese Scheidung ist nur möglich unter Berücksichtigung aller örtlich wirkenden Faktoren; sie soll aber nicht darauf hinauslaufen, alle Erscheinungen nach einer bestimmten Terminologie in ein festes System zu bringen. Bei der Mannigfaltigkeit und der tausendfältigen Abstufung der an der Oberflächengestaltung wirkenden Faktoren müssen die Erscheinungen auch überaus verschieden sein und so glaube ich, daß ein Verzicht auf eine bestimmte, sehr ins Einzelne gehende Terminologie, was vielleicht als ein Mangel erscheinen mag, der Formenanalyse nur zum Vorteil gereicht, indem dadurch die Untersuchung an Vorurteilslosigkeit gewinnt. Mit diesen Gesichtspunkten, von denen ich mich schon seit Jahren leiten ließ. ohne diesen Standpunkt öffentlich zu vertreten,

glaube ich mich in Uebereinstimmung zu befinden mit S. Passarge, der in seiner Physiologischen Morphologie Kap. V (siehe Lit. Nr. 17) ähnliche Gedanken äußert. Ich wende deshalb jetzt die von ihm geprägten Ausdrücke „harmonisch“ und „disharmonisch“ für die beiden Formengruppen an und nenne weiterhin, wie er alle Erscheinungen, die durch die heutigen abtragenden und aufschiebenden Faktoren erklärt werden können, harmonisch, dagegen disharmonisch alle diejenigen Erscheinungen, die durch die heutigen Kräfte nicht erklärt werden können.

Aus den disharmonischen Formen werden die Ausgangsformen, also Teile des einstigen Reliefs rekonstruiert. Wo aber die Wirkungen der heutigen Kräfte sehr gering sind oder ganz fehlen, liegen überhaupt Stücke des früheren Reliefs vor; dabei bleibt meist noch die Frage zu lösen übrig, welchem einstigen unteren Denudationsniveau diese Formen entsprechen.

Wie notwendig eine solche theoretische Ueberlegung als Grundlage für die morphologischen Untersuchungen ist, ist schon daraus zu erkennen, daß man in der Literatur oft ungeklärten Ansichten über die Bedeutung einzelner Formenelemente begegnet und daß besonders häufig Formen als Reste alter Talböden bezeichnet werden, wo eine solche Auffassung dann bei eingehender kritischer Untersuchung keineswegs aufrecht bleiben kann. Ich möchte für unser Gebiet nur darauf hinweisen, daß von Sölch der Ausdruck „intakte Riedelfläche“ sehr mit Unrecht angewendet wird, daß Leitmeier und besonders Terzaghi (Lit. Nr. 15) Formen als Stufen bezeichnen, wo dies ohne näheren Beweis keineswegs berechtigt ist. Auch Hilber (Lit. Nr. 16) scheidet manche Formen, für die man zu einer solchen Erklärung wohl nicht zu greifen braucht als selbständige Stufen aus.

Wie schon erwähnt, finden sich auf den Höhen um die Grazer Bucht an mehreren Stellen in großer Höhe, von den Tertiärschichten mehr oder weniger getrennt, Schotter. Zum Teil sind sie in der Literatur schon besprochen, so vor allem die Schotter, die nördlich von Graz auf den Abhängen des Schöckelstockes bei Kalkleiten, Zösenberg usw. oder etwas weiter westlich davon in der Gemeinde Schattleiten vorkommen. Sie wurden zuerst von Peters, dann von Hilber und Hörnes behandelt (Lit. Nr. 18, 10, 11). Westlich der Mur hat Hilber auf dem Straßenglerberg Schotter gefunden und W. Schmidt spricht von solchen, die nördlichvon Voitsberg auf den Höhen von Hochtregist und nordöstlich vom Hochkogel bei Punkt 633 gefunden wurden (Lit. Nr. 19). Auch aus dem Gebiete östlich der Mur sind Schotter bekannt, so vor allem bei Pöllau, wo sie von Hilber (Lit. Nr. 3) und Eigel (Lit. Nr. 20) nachgewiesen wurden und bei Vorau, die ebenfalls Hilber erwähnt. Zum Teil sind diese Schottervorkommen schon in der Karte von Stur eingetragen. Hörnes und Hilber, und ihnen folgt auch Sölch, stellen diese Schotter aus verschiedenen Gründen, die vorläufig nicht erörtert werden sollen, zu den pontischen Schottern; Hilber betont aber, daß man sie ebensogut auch für älter halten könne. Es soll hier auf diese Altersfrage noch nicht eingegangen werden, sondern diese Schotter sollen uns nur als Ausgangspunkte für die morphologische Betrachtung dienen.

Wir wollen die Betrachtung in der Gegend von Voitsberg und Köflach beginnen. Hier erreichen die zusammenhängenden Schotter Höhen von über 600 *m*. Von ihnen isoliert liegen einige Schotter, die diese Höhen nicht erreichen. Von ihnen rechne ich die Schotter, die ich nördlich des Zigöller (Köflach, Nord) fand, wegen der Aehnlichkeit mit den übrigen, zu den pliozänen Schottern. Dagegen muß ich die spärlichen Schotter auf dem Rücken zwischen Kainach und Gößnitz und auf einer Terrasse des Gößnitztales (bei Puchbach) aus morphologischen Gründen für jünger halten; sie wurden abgelagert, als die große pliozäne Aufschüttungsfläche zertalt wurde. Im Gegensatz zu diesen liegen weiter südlich bei St. Martin Schotter in 700 *m* Höhe, also höher als die zusammenhängenden pliocänen Schotter. Sie liegen auf Rücken, deren Riedelformen zum Teil noch gut zu erkennen sind. Es war also in dieser Höhe ein Talniveau. Bedeutend höher liegen aber die Schotter nördlich von Voitsberg, auf den beiden Rücken von Hochtregist; auf dem Hochkogel erreichen sie die Höhe von 792 *m*. Die Rücken zeigen durchaus eine starke Abtragung. Wie hoch die Schotterfläche lag, läßt sich also nicht genau feststellen; 800 *m* ist ein Minimum. Der östlich benachbarte Rücken zwischen Söding- und Liebochgraben ist, wie eine morphologische Untersuchung ergibt, auf eine Ausgangsform zurückzuführen, die mit dem einstigen Talniveau von Hochtregist übereinstimmen dürfte.

Interessant ist, daß sich aus den morphologischen Verhältnissen des Teigitschgebietes (Köflach-Voitsberg, S) auch ein Schluß auf die Existenz einer einstigen, über 800 *m* hoch gelagerten Flußebene ergibt. Es weist darauf hin, daß die Höhenentwicklung des Rückens, der von Edelschrott links der Teigitsch gegen Ost zieht, in auffälligem Gegensatz steht zu den Gefällsverhältnissen der Teigitsch selbst. Die Kräfte, die heute an der Umgestaltung der Formen arbeiten, haben die Höhenentwicklung dieses Rückens nicht bedingt. Es liegen also in ihm Erscheinungen vor, die gegenüber den heutigen Faktoren als disharmonisch zu bezeichnen sind. In dieser Auffassung wird man durch folgende weitere Ueberlegung bestärkt. Die Teigitsch wendet sich bei Edelschrott gegen SO, obwohl man nach dem Abfall des Gebirges gegen die nördliche Tertiärmulde von Köflach einen Lauf gegen diese, also nach N erwarten müßte. Die Meinung, daß der Fluß vorher diese Richtung genommen, später aber vielleicht durch Anzapfung davon gegen SO abgelenkt worden wäre, ist hinfällig. Das Teigitschtal hat hier in seinem östlichen Teil durchaus den Charakter eines jugendlichen Erosionstales, zum Teil ist es eine wilde Klamm. Es steht so im Gegensatz zu dem Tale, das von der Gößnitz (östlich von Puchbach) und der untersten Teigitsch durchflossen wird. Dieser Gegensatz ist aber nicht bedingt durch ein geringeres Alter des besprochenen Talstückes der Teigitsch, sondern einzig und allein durch ungünstigere Erosionsbedingungen, indem hier widerstandsfähigere Gneise anstehen, während jenes andere Tal in Glimmerschiefer eingetieft ist. Da also hier ungünstigere Bedingungen für die Erosion herrschen, so ist eine Anzapfung von dieser Seite gänzlich ausgeschlossen, im Gegenteil, die Erosion ist hier zurückgeblieben. Die Anlage kann nur erklärt werden durch die Annahme einer im allgemeinen gegen Osten geneigten

Fläche, auf die die Teigitsch bei Edelschrott traf. Aus dieser Fläche wären dann auch die Rücken links der Teigitsch (von Edelschrott östlich) herausgebildet worden. Als Reste einer solchen Fläche möchte ich noch den Rücken des Wartenstein (Ligist, NW) rechts der untersten Teigitsch betrachten. Diese beiden letztgenannten Rücken bilden eine Vorstufe des Gebirges, die zu den Gefällsverhältnissen der Täler in keiner Beziehung steht und so leicht als disharmonische Form erkannt wird. Diese Fläche muß etwas über 800 *m* gelegen gewesen sein. (Oestlich von Edelschrott hat der Rücken noch Höhen von 830 *m*, am Jurikogel 843 *m*; weiter östlich dann aber Höhen unter 800 *m*.) Ich möchte sie in Beziehung bringen zu der durch die Schotter des Hochkogels angedeuteten Talfläche. Zu bemerken ist, daß die Oberflächenformen der Rücken, die westlich von Köflach und Lankowitz gegen die Stubalpe hinanziehen und vielfach auch die der Rücken und höheren Gehänge im Sallagebiet disharmonisch sind und auf ein unteres Denudationsniveau in einer Höhe über 800 *m* hinweisen.

Mit der östlich von Edelschrott zu rekonstruierenden hohen Talebene stimmen auch die Oberflächenformen im Gebiete der oberen Teigitsch, des Packbaches und des Mödriachbaches (also südlich und westlich von Edelschrott) überein. Hier finden wir überall ziemlich flache Gehänge und breite Rücken, zum Teil sehr stark mit Verwitterungsschutt bedeckt. Alle diese Formen sehen alt aus und sind von den heute wirkenden Kräften wenig berührt. Die Erosionsleistungen dieser genannten Bäche sind hier sehr gering; die jungen Formen treten stark zurück hinter den alten. Es ist hier fast die ganze Landschaft disharmonisch. Sie ist ein Ueberbleibsel aus jener Zeit, in der das Haupttalniveau selbst noch über 800 *m* hoch gelegen war. Die Erhaltung dieser alten Zustände ist zu erklären aus der Behinderung der Erosion, die die Teigitsch in dem Talstücke östlich von Edelschrott erfahren hat.

Gegenüber diesen Erscheinungen muß ich die Schotter und Formen bei St. Martin wie auf dem Rücken zwischen Gößnitz und Kainach für jünger halten. Man könnte sonst nur denken, daß sie die Basis einer Schotterauffüllung wären, die bis zu einer Höhe von über 800 *m* emporgereicht hätte; die morphologischen Verhältnisse sprechen aber dafür, sie als Schotter zu betrachten, die in jüngeren Tälern bei der Zerschneidung der alten hohen Landoberfläche abgelagert wurden.

Verfolgt man den Gebirgsrand von hier gegen Süden bis in die Gegend von Eibiswald, so fallen in den von der Koralpe gegen Ost herabziehenden Rücken an mehreren Stellen Verbreiterungen auf. Ihre Gehänge sind oben flach und schneiden scharf ab gegen die unteren steilen Erosionsgehänge der schluchtartigen Kerbtäler. Reste von Talböden finden sich zwar nicht, wenn auch an einzelnen Stellen, so nördlich von Schwanberg und bei St. Oswald ob Eibiswald Schotter auftreten, die man für junge Auflagerungen halten muß Es sind also hier die heutigen Kerbtäler eingeschnitten worden in eine Landschaft mit weniger scharf ausgeprägtem Relief.

Eine andere Gruppe von morphologischen Erscheinungen knüpft sich an die oben erwähnten Schotter, die auf den Höhen in der Um-

gebung von Graz und dann die Mur aufwärts bei Peggau zu finden sind. Die Schotter erreichen bei Graz Höhen von 700 *m*. Die morphologische Untersuchung ergibt, daß diese Höhen aber ein Minimum für die Lage der einstigen Aufschüttungsfläche sind. In der Gemeinde Schattleiten (nördlich von St. Veit) liegen grobe Schotter westlich und südlich des Maxenkogels, und zwar südlich auf einem ziemlich schmalen Rücken, der also schon eine starke Abtragung erfahren hat. Die sanften Geländeformen, die sich vom Maxenkogel westlich und dann „am Krail" ausdehnen und die gegenüber den steilen Gehängen der heutigen Täler deutlich disharmonisch erscheinen, sind daher auch jünger als die einstige zerstörte Aufschüttungsfläche. Aehnlichen Verhältnissen begegnet man beim Kalkleitenmöstl, dann weiter östlich bei Rinnegg und Weinberg, wo die Schotter am oberen Rande von sanft geneigten Flächen liegen, so daß diese also aus der Aufschüttungsfläche herausgearbeitet sein müssen. Man wird also auch hier annehmen müssen, daß die Aufschüttungsfläche wesentlich höher lag; aus ihr wurde dann natürlich auch der Rücken des Linnekberges (694 *m*) und die Platte herausgeschnitten. Die Schotter, die von Hilber auf dem Straßenglerberg gefunden wurden, bedeuten auch keineswegs ein Maximum in der Höhe der Aufschüttung. Ich fand westlich davon auf dem Abhange des Kirchbergkogels im Gehängeschutt in einer Höhe von 700 *m* einzelne Gerölle; sie sind schon umgelagert, lagen also früher noch höher.

Bestand hier eine Aufschüttungsfläche in einer Höhe über 700 *m*, so sind jedenfalls mehrere Berge zu beiden Seiten des Murtales oberhalb der Ausmündung in die Grazer Bucht aus ihr herausgebildet worden. Am besten lassen sich so die Höhenverhältnisse und Formen des Hienning (Wasserscheide zwischen Murtal und Rötschgraben) erklären. Für die Beurteilung der Formen des Beckens von Semriach kommen vor allem die Schotter in Betracht, die im Gebiet der Tanneben, nordnordöstlich von Peggau liegen (am Blodererkogel bis 800 *m* hoch). Damit übereinstimmend findet sich in der Gegend von Semriach bei Neudorf eine deutliche, nahezu 800 *m* hoch gelegene Verebnungsfläche, die zum Teil im Kalk und zum Teil im Semriacher Schiefer ausgebildet ist; in sie ist hier auch eine ansehnliche Doline eingetieft. Ich muß danach annehmen, daß die Rücken und flachen Gehänge der Umgebung von Semriach, die hier mit geringer Neigung bis zu Höhen von ungefähr 780 *m* ansteigen, aus dem Niveau der Fläche von Neudorf als Ausgangsform herausmodelliert wurde. Nach der Verteilung der Höhen glaube ich, daß die Mulde von Semriach gegen den Rötschgraben hin entwässert wurde, wenn nicht schon sehr früh hier eine unterirdische Entwässerung zur Geltung kam. Dieser ist es zweifellos zuzuschreiben, daß hier die alten Formen weniger zerstört wurden als sonst in der Umgebung. Die früher besprochenen Rücken vom Maxenkogel südlich, dann der von Zösenberg und die weiter östlich bis Rinnegg bilden mit den durch den Annagraben abgetrennten Höhen des Linneckberges und der Platte eine dem Schöckelstock südlich vorgelagerte Stufe. Sie setzt sich weiter nach Osten hin fort bis Weiz; die Raab zerschneidet sie vor ihrer Ausmündung ins Tertiärhügelland. Die morphologische Ausgestaltung

dieser ausgedehnten Vorstufe ist überaus mannigfaltig. Tief eingerissenen Kerbtälern mit steilen Flanken stehen flache Muldentälchen gegenüber, in die die Erosion noch nicht weit genug zurückgegriffen hat und in denen so noch alte Landschaftsformen erhalten geblieben sind; die Rücken sind stellenweise sehr breit und senken sich nur ganz allmählich und gehen zuerst in ganz flache Gehänge über, die erst weiter in der Tiefe von steilen Lehnen abgelöst werden; wiederholt trifft man auch alte sanfte Gehänge; kurz, es treten eine Fülle von disharmonischen Formen auf. Sehr schwierig ist es auf den ersten Blick, alle diese Formen in ein System zu bringen. Es fehlen hier die Schotter, die auf die Höhe einer einstigen Ausgangsfläche einen Schluß gestatten würden. Da aber bei Graz durch die Schottervorkommen die Existenz einer hochgelegenen Aufschüttungsfläche nachgewiesen ist, so muß eine solche östlich davon über dem heutigen Hügelland auch bestanden haben. Da nun hier in dem erörterten Gebiete selbst keine Schotter vorkommen, so denke ich mir, daß sich zwischen den Schöckelstock und die Aufschüttungsfläche ein krystallinisches Berg- und Hügelland einschob, dessen Höhe natürlich gegen die Ebene abnahm.

Bei der Eintiefung der heutigen Täler könnten sehr gut daraus jene Formen entstanden sein, die wir jetzt vor uns haben. Es ist dazu zu bemerken, daß diese hier besprochenen Formen scheinbar in einem Gegensatz stehen zu den Formen des Schöckelzuges. Dieser Gegensatz ist aber nur dadurch hervorgerufen, daß der Schöckelzug meist aus Kalk (Schöckelkalk) aufgebaut ist, während die südliche Vorstufe aus krystallinischem Gestein (Schiefer und Gneis) besteht. Wo aber die krystallinischen Gesteine bis zum Hauptkamm hinauf reichen (nordöstlich vom Schöckelkopf), da beobachtet man ein allmähliches Uebergehen der Formen der Vorstufe in die des Hauptkammes.

Wie schon erwähnt, wird diese Vorstufe im Osten von der Raab zerschnitten. Die Raab kommt aus dem Passailerbecken und durchschneidet den Schöckelkalkzug zwischen Kalkriegel (Punkt 1135 *m*) und dem Sattelberg; dann wird ihr Tal von bedeutend niedrigeren Rücken eingeschlossen. Rechts der Raab sinkt ein Rücken von Punkt 770 *m* herab und links erhebt sich ein Rücken bis 650 *m*; kurz vor ihrem Austritt ins Hügelland durchfließt sie nochmals eine Schlucht zwischen dem Steinberg (△ 632) und Hohenkogel (etwas über 600 *m*).

Sieht man von der Raabschlucht ab, so erscheinen diese krystallinischen Rücken wie ein einziger Bergzug, der sich von den rückwärts höher ansteigenden Bergen scharf abhebt und sich gegen Südost zwischen die Tertiärmulde von Kleinsemmering und Leska einschiebt. Läßt schon die morphologische Isolierung dieses Bergzuges auf die Existenz einer höheren Ausgangsfläche schließen, so führt die Anlage des Raabtales, das diesen Bergzug in der Mitte durchschneidet, noch viel deutlicher zu einem solchen Schluß. Sie ist nämlich nur epigenetisch zu erklären durch die Annahme, daß das tertiäre früher höher aufgeragt hat als die vom Raabtal zerschnittenen krystallinischen Rücken; wäre das nicht der Fall gewesen, hätte die Raab unbedingt einer der beiden tertiären Mulden zufließen müssen, oder es wäre ihr Tal wenigstens von einer dieser Mulden her angezapft worden.

Die genaue Betrachtung dieses Gebietes läßt übrigens keinen Zweifel in dieser Hinsicht aufkommen.

Der Mortantschbach, der die tertiäre Mulde von Laska und Mortautsch zertalt, mündet nämlich nach Durchschneidung eines krystallinischen Rückens in die Raabschlucht, und die Raab schneidet selbst die Mulde von Kleinsemmering an, um dann aber wieder zwischen krystallinischen Bergen weiterzufließen; ja sie nimmt hier auch den Bach auf, der die Mulde von Kleinsemmering entwässert. Freilich, wie hoch die Fläche lag, auf der das heutige Raabtal angelegt wurde, dafür hat man hier selbst keinen Anhaltspunkt, denn einmal fehlen Flußschotter und dann gestatten auch die krystallinischen Rücken der beiden Seiten des Raabtales morphologisch keinen sicheren Schluß.

Wie schon erwähnt, durchschneidet die Raab, bevor sie in die eben besprochene epigenetische Talstrecke eintritt, den von Südwest gegen Nordost ziehenden Schöckelkalkzug; nordwestlich von diesem Horst (siehe Heritsch, Lit. Nr. 21) folgt um Passail ein breiter Streifen von Semriacher Schiefer. Dieses Gebiet ist nach Heritsch ein Einbruchsbecken zwischen dem genannten Horst und dem paläozoischen Stock der Teichalm.

Im Passailer Becken liegen ziemlich ausgedehnte tertiäre Schichten, über die nur Andrae (Lit. Nr. 22) etwas eingehender berichtet hat; es kommen hier Konglomerate und Breccien, Sandstein und Tegel mit Braunkohlen vor. Sie wurden von Stur den übrigen Braunkohlen führenden tertiären Schichten gleichgestellt. Daneben habe ich noch südlich von Hochenau bei Punkt 909 Schotter gefunden; diese Schotter stehen, wie es scheint, in keiner Beziehung zu den übrigen tertiären Schichten der Gegend.

Die Landschaft hat im Becken von Passail den Charakter eines Hügellandes. Zwischen den einzelnen Quelltälern der Raab liegen meist breite Rücken. Selbstverständlich sind die Formen je nach dem Gesteine sehr verschieden. Wo weiche tertiäre Gesteine liegen, sind die Formen flach und die Täler breit; das Tertiär wurde schon stark ausgeräumt. Die Formen der Rücken weisen auf verschiedene Ausgangsformen hin. Sehr häufig findet man bei den aus dem Semriacher Schiefer aufgebauten Rücken Höhen von ungefähr 750 *m*. Die Formen dieser Berge zeigen aber keine Verebnungen, sondern man erkennt, daß an ihnen die Abtragung ziemlich Beträchtliches geleistet haben muß. Die immer wiederkehrende Höhe weist aber auf eine gemeinsame Ausgangsform hin. Als deren Reste betrachte ich jene Flächen, die sich gegen Nordwesten von Passail bei Punkt 783 und 792 und nordöstlich bei 782 finden. Es sind da breite Rückenflächen, zum Teil ausgesprochene Riedel, Formen, die sofort als disharmonisch, gegenüber den ziemlich steilen Talgehängen zu erkennen sind. Ich denke mir, daß hier eine Landschaft bestand mit breiten Talflächen im Niveau von ungefähr 790—800 *m*; es war wohl eine Abtragfläche mit sehr geringen Höhenunterschieden. Einzelne Formen weisen aber auf tieferliegende Ausgangsformen hin, die eben einem späteren Stadium der Entwicklung entsprechen. Dagegen haben einzelne Rücken das Niveau von rund 800 *m* stärker überragt, so der Rücken nordöstlich von Passail, wo bei Punkt 909 die schon erwähnten Schotter liegen.

Deuten diese Schotter auch auf eine hochliegende Aufschüttungsfläche hin, so konnte ich diese doch nicht als Ausgangsform für die meisten Rücken des Passailer Beckens betrachten, weil eben zwischen beiden noch die gut erhaltenen Riedelflächen von rund 790 *m* Höhe liegen. Dieses Niveau von 790—800 *m* ist in das Tertiär von Passail eingeschnitten, ist also jünger. Für die Schotter von Punkt 909 gibt es keine näheren Anhaltspunkte; sie stehen, soviel ich sah, in keinem Zusammenhang mit dem übrigen Tertiär, und sind wahrscheinlich auch jünger; vielleicht kann man mit der durch sie angedeuteten Aufschüttungsfläche, die jedenfalls erheblich höher als 900 gelegen war, noch eine Form in Beziehung bringen, die deutlich als Rest einer einstigen Landschaft zu erkennen ist. An der Wasserscheide zwischen dem Passailer Becken und dem Tyrnauer Graben ist bei Vorder-Tyrnau in einer Höhe von 968 *m* im Kalk deutlich eine große Doline ausgebildet. Sie ist stark ausgefüllt und zeigt einen ziemlich ausgedehnten, fast ebenen Boden. Daß diese kein Teil eines einstigen Tales ist, erkennt man sofort aus dem Fehlen irgendwelcher Einschwemmungen aus fließendem Wasser und vor allem daran, daß der Boden überall von Kalk, wenn auch zum Teil nur ganz wenig, überragt wird. Diese Doline liegt, wie gesagt, auf der Wasserscheide; nordwestlich wird ihre Umrandung durch das 354 *m* hohe rechte Steilgehänge des Tyrnauer Grabens abgeschnitten und ihr südwestlicher Rand wird durch die aus dem Passailer Becken nach rückwärts einschneidenden Bäche zerstört.

Es ergeben sich so für das Passailer Becken die Umrisse einer sehr mannigfaltigen Entwicklungsgeschichte. Die Eintiefung der heutigen Täler erfuhr weniger bedeutende Stillstände; ihr ging voraus die Ausbildung einer ausgedehnten Abtragfläche von 790—800 *m* Höhe. Weiter zurück liegt die Zeit, aus der die über 900 *m* hoch liegenden Schotter nordöstlich von Passail und die Doline von Vorder-Tyrnau stammen; dem ging wahrscheinlich das Stadium voraus, in dem die ausgedehnten Tertiärschichten des Beckens gebildet wurden. Danach ist es wohl klar, daß man die beiden Täler der Raab und des Weizbaches nicht ohne weiteres als primäre Ueberflußdurchbrüche bezeichnen kann, wie dies Heritsch tut. Die Anlage der beiden Täler geht wohl sehr weit zurück und es scheint mir so zunächst nicht möglich, sich darüber ein abschließendes Urteil zu bilden. Im einzelnen bekommt man aber den Eindruck, daß der Durchbruch der Raab älter ist. Dafür spricht, daß das Tal des Weizbaches oberhalb des Durchbruches jugendlichere Formen zeigt, als die Quelltäler der Raab im gleichen Gesteine. Uebrigens finden sich auch Spuren von Anzapfungen, die vom Tal des Weizbaches gegen das Raabgebiet gerichtet sind.

Zwischen dem Weiztal und dem Feistritztal finden sich auch mehrfache Spuren höherer Landoberflächen. So liegt nördlich von Weiz bei Landscha in einer Höhe von über 600 *m* eine ausgedehnte Verebnung. Oestlich davon treten südlich des Raasberges in Höhen über 600 *m* Formen auf, die als die Reste einer einstigen Karstlandschaft zu betrachten sind. Zwei große Dolinen mit ebenen Böden sind deutlich zu erkennen.

Sehr zahlreich sind die disharmonischen Formen im Feistritztal. Die Rücken am rechten Gehänge des Feistritztales südlich von Anger

weisen entschieden auf eine höhere Fläche als Ausgangsform hin. Nördlich von Anger finden sich auf den schmalen Rücken und Gehängen rechts des Tales an verschiedenen Stellen Schotter und einzelne Gerölle in Höhen bis zu ungefähr 640 *m*; doch gestatten die Formen hier keine weiteren Schlüsse. Sehr interessant sind die Verhältnisse in der weiteren Umgebung von Birkfeld. Schon eine oberflächliche Betrachtung läßt hier eine Disharmonie der Formen erkennen. Scharf heben sich die breiten Rücken von den übrigen Bergen ab und stehen wieder in auffallendem Gegensatz zu den scharf eingeschnittenen, schluchtartigen Tälern. Eine genaue Untersuchung ergibt, daß hier die Reste von zwei Stadien der Formentwicklung vorliegen. Der Rücken von Piregg (zwischen Gasen und Weißenbach) gehört oberhalb Birkfeld einer höheren Stufe an. Ihre einstige Höhe ist angezeigt durch ein nicht unbeträchtliches Schottervorkommen, das sich vom Grubbauer (♂ 770) gegen Nordwest hin erstreckt; Reste davon finden sich auch in kleinen Partien noch südöstlich davon. (Unter dem Schotter wurde auch Braunkohle erschürft.) Dieser breite Rücken wurde also aus einer Aufschüttungsfläche herausgebildet, die mindestens 820 *m* hoch lag. Sie erhielt ihre heutige Gestalt im wesentlichen während des nächstfolgenden Stadiums, dessen Reste gleich östlich davon in dem Rücken zwischen Weißenbach und Feistritz zu erkennen sind, wo auch (beim W. H. Gallbrunner und bei ♂ 748) Schotter liegen. Außerdem finden sich noch an vielen anderen Stellen Formen, die einer der beiden Stufen entsprechen. Vor allem sind die Formen häufig, die dem ersten Stadium zuzurechnen sind. So sind die Mulden von Miesenbach (Birkfeld, ONO) und von Strallegg (Birkfeld, NO) Reste der Landschaft des ersten Stadiums. Sind auch Stücke des alten Talbodens kaum mehr erhalten, so sind dafür fast alle Gehänge der Berge der alten Landschaft angehörend und von der heutigen Erosion ganz unberührt geblieben. Hier überwiegen ganz ähnlich wie im Gebiete der oberen Teigitsch (Köflach, S) die alten Formen weit über die rezenten.

Die natürliche Ausmündung des Feistritztales in die Grazer Bucht ist westlich des Kulm (△ 976 *m*). Hier wurde pliozäner Schotter über pliozänem Tegel und sarmatischen Bildungen aufgeschüttet; sie reichen südlich von Anger bei Hartberg nahezu bis 600 *m* Höhe hinauf. Die Feistritz nimmt aber heute einen anderen Weg. Sie wendet sich nach Osten, schneidet zuerst vom Stock des Rabenwaldes den Berg von St. Ulrich (+ 556) ab — dieser Durchbruch ist natürlich ohne weiteres epigenetisch zu erklären — und fließt dann zwischen dem Kulm und dem Rabenwald (Freienbergklamm) weiter. Für die Entstehung dieses letzteren Durchbruches kann ich keine Erklärung geben. Da die pliozänen Schotter westlich von Kulm liegen und in der Umgebung der Freienbergklamm, soviel ich gesehen habe, keine Schotter zu finden sind, so ist anzunehmen, daß dieser Durchbruch erst nach der pliozänen Aufschüttung geschah. Die epigenetische Entstehung ist wohl ausgeschlossen, denn da müßte man annehmen, daß die Aufschüttung bis nahezu 1000 *m* emporgereicht hätte, oder daß nachträglich hier bedeutende Hebungen stattgefunden hätten. Denkbar wäre es, daß zur Zeit der pliozänen Aufschüttung zwischen dem Rabenwald und

dem Kulm schon ein niedriger Sattel bestand; dann könnte der Durchbruch entweder durch seitliches Ueberfließen entstanden sein, oder es wäre vielleicht der niedrige Riegel durch rückschreitende Erosion überwunden worden und so die Feistritz in diese Richtung gelenkt worden. Vielleicht geben andere Untersuchungen darüber sicheren Aufschluß. — Südlich von Stubenberg fließt die Feistritz nochmals durch ein Durchbruchstal (Herbersteinklamm) und trennt so den 531 *m* hohen Buchberg vom Kulmstock ab; dieser letzte Durchbruch kann ungezwungen epigenetisch erklärt werden.

Oestlich der Ausmündung des Feistritztales greift bei Pöllau das Tertiär ziemlich tief in das Gebirge zwischen Rabenwald und Miesenbach ein. Der Tertiär dieser Bucht ist besprochen von Hilber (Lit. Nr. 3). Im Tertiär spielen hier die Schotter die Hauptrolle. Sie finden sich auch an verschiedenen Stellen als Auflagerung auf den krystallinischen Höhen (vgl. Eigel, Lit. Nr. 20). Nordwestlich von Pöllau reichen sie so bis zu einer Höhe etwas über 600 *m* empor. Rings um das Tertiär finden sich Spuren von disharmonischen Erscheinungen; vor allem sind die Formen der östlichen Abdachung des Rabenwaldes alt. Aber es ist doch sehr schwer, deutliche Niveaus zu erkennen. Ich habe den Eindruck, daß hier in verschiedenen Höhen Stufen bestanden, daß aber ihre Formen stark ineinander übergehen und so eine Rekonstruktion des alten Reliefs schwer möglich ist. Doch scheinen die Formen auch hier auf ein Relief hinzuweisen, dessen Talniveau ungefähr 700 *m* hoch lag.

Oestlich des Masenberg-Ringkogelstockes liegt an der Lafnitz und Pinka eine breite Tertiärbucht. Ueber sarmatischem Gestein und lakustren pontischen Schichten liegen hier Schotter, die, wie Hilber bemerkt, in einem innigen Zusammenhang stehen mit den übrigen pontischen Schichten. Diese Schotter lassen sich an einigen Stellen ins Gebirge hinein verfolgen. So sieht man westlich von Dechantskirchen über krystallinischem Gestein die gleichen Schotter, die weiter draußen liegen. Man findet sie noch südlich und südwestlich von St. Lorenzen am Wechsel. Sie liegen hier auf Rücken, die ihre Riedelform noch fast ganz erhalten haben. Die Schotter treten dann auch weiter südwestlich bis gegen Vorau auf (hier sind sie schon auf der Stur'schen Karte eingezeichnet; sie wurden auch von Hilber besprochen). Beim Stift Vorau ist das ursprüngliche Niveau mit 700 *m* Höhe noch erhalten. Dagegen zeigen die weiteren nordöstlich benachbarten breiten Rücken schon eine stärkere Abtragung: hier ist der Schotter zum Teil auch mit eckigen Trümmern des darunterliegenden Gesteines gemischt; die Ablagerung ist eben keine ursprüngliche, sondern ist Verwitterungsschutt. Das diesen Schottern entsprechende Tal hatte also bei Vorau eine Höhe von 700 *m*, bei seiner Ausmündung in die Bucht von vielleicht 650—60 *m*. Nur an wenigen Stellen der Umrandung der Grazer Bucht sind alte Talböden so schön erhalten. Auch die Gehänge rings um die ausgedehnte Mulde von Vorau stehen in schöner Uebereinstimmung mit diesem Talniveau. Auch an der oberen Lafnitz sind disharmonische Erscheinungen sehr häufig; vor allem stehen die Gehänge der Berge in der Umgebung von Wenigzell in keiner Beziehung zu der heutigen Talbildung. Das

Merkwürdige ist nur, daß man hier bei der Untersuchung der Formen zur Annahme eines unteren Denudationsniveaus in fast 800 *m* Höhe kommt. Es drängt sich so die Frage auf, ob der gefundene Formenkomplex bei Vorau mit dem in der Umgebung von Wenigzell verglichen werden kann. Man könnte auch zu der Meinung kommen, daß die alten Formen bei Wenigzell einem früheren Stadium der Talbildung entsprechen und weiters, daß zur Zeit dieses alten Stadiums das Haupttal aus der Gegend von Wenigzell über Vorau ins Vorland hinauszog. Eine eingehende morphologische Untersuchung zeigt aber, daß eine solche Annahme unhaltbar ist. Erstens läßt sich in den Gehängen rings um die Mulde von Vorau keinerlei Anhaltspunkt für diese Auffassung finden, sondern die Gehänge stehen überall in auffälliger Uebereinstimmung mit dem Talboden von Vorau. Bei Wenigzell treten keine Talbodenreste auf, sondern, wo alte Formen noch ganz erhalten sind, sind es immer Stücke flacher Gehänge; es bestand also wohl hier kein breiter Talboden, sondern es war hier ein weites Muldental. Die große Höhe des unteren Denudationsniveaus ist aus lokalen Verhältnissen zu erklären. Einmal ist die Mulde von Wenigzell von der Mündung des Tales in die Bucht viel weiter entfernt als die Mulde von Vorau und dann ist das Lafnitztal in ein härteres Gestein eingeschnitten, nämlich in Gneis, während in der Umgebung von Vorau ein sehr leicht verwitternder Glimmerschiefer ansteht. Uebrigens ist auch heute die Eintiefung des Lafnitztales gegenüber der des Vorautales weit zurückgeblieben, wie ein Blick auf die Spezialkarte lehrt. Ich halte daher alle hier auftretenden disharmonischen Erscheinungen für gleich alt.

Schwieriger sind die Verhältnisse weiter im Osten, nördlich und östlich von Friedberg zu deuten. Hier treten Tertiärschichten, vor allem Schotter und Konglomerate an verschiedenen Stellen auf, so einmal bei Pinggau, dann bei Lafnitzdorf und Sinnersdorf und nördlich von Pinkafeld; dann weiter im Gebirge östlich von Mönichkirchen, bei Lebenbrunn, Ungerbach und Schönau im Gebirge. Auf den ersten Blick möchte man den Konglomeraten von Sinnersdorf, die dort an die sicher pliozänen Schotter westlich des Pinkatales herantreten, eine ähnliche Stellung zuerkennen, wie den Schottern, die in der Gegend von Graz bei St. Veit aus dem Gebirge heraustreten. Hilber hat sie (a. a. O.) in Uebereinstimmung mit Hofmann für untermiozän gehalten und Mohr (Lit. Nr. 36), der von einem Tertiärstreifen aus der Gegend von Aspang bis gegen Pinkafeld spricht, nimmt ein untermiozänes oder mittelmiozänes Alter für sie an. Es entzieht sich meiner Beurteilung, ob alle diese genannten Vorkommen zusammengehörige Bildungen sind.

Die krystallinischen Berge zeigen auch hier meist disharmonische Formen, die sich zum Teil auf ein unteres Denudationsniveau von ungefähr 700 *m* Höhe zurückführen lassen dürften. Doch müßten die morphologischen Probleme der Krumbacher Berge und der südöstlich anstoßenden Günser Berge Gegenstand einer eigenen Untersuchung sein. Sie müßte vor allem ausgehen von der Betrachtung des Tertiärs der Bucht von Landsee und weiters anknüpfen an das Wiener Becken.

Ueber das Gebiet der Krumbacher Berge möchte ich nur bemerken, daß man hier zu unterscheiden hat zwischen den hochliegenden Resten einer alten Abtraglandschaft, aus der die zum Teil überaus breiten Rücken herausgeschnitten sind, und den tieferliegenden (600—700 *m*) Talbodenresten. In welcher Beziehung die früher erwähnten tertiären Vorkommen zu diesem Talboden, beziehungsweise zur alten Abtragfläche stehen, habe ich nicht untersucht. Auf keinen Fall aber kann ich Schaffer (Lit. Nr. 23 und 37) beistimmen, der die Meinung vertritt, daß ein aus dem Längstal der Mur und der Mürz kommender Fluß, der norische Fluß, beim Semmering das Gebirge verließ und hier gegen Osten ein Delta aufgeschüttet habe. Er kommt zu dieser Meinung auf Grund vereinzelter, weit auseinanderliegender Schottervorkommen; so stützt er sich auf Schotter und Sande, die östlich des Rosaliengebirges auftreten. Er läßt aber dabei ganz außer acht, daß gerade das Rosaliengebirge (also der nördliche Teil der Krumbacher Berge) morphologisch keinen Anhaltspunkt für eine solche Ansicht bietet. Eine genaue, in die Einzelheiten eingehende morphologische Untersuchung dieses Gebietes würde jedenfalls die Unhaltbarkeit dieser auf Grund eines ganz unzulänglichen Materials aufgebauten Hypothese dartun.

IV. Das geologische Alter der disharmonischen Oberflächenformen.

In dieser Weise wurde die Umrandung der Grazer Bucht einer kritischen Untersuchung unterzogen. Das Wesentliche der Untersuchung war die Trennung der den heute wirkenden Kräften harmonischen Formen von den disharmonischen. Gewöhnlich hat die Untersuchung eines Gebietes gleich für eine große Zahl von Erscheinungen zu dem gleichen Ergebnis geführt; es ergaben sich ganze disharmonische Formenkomplexe und es war so möglich geworden, größere Teile alter Landschaften zu rekonstruieren. Es gilt nun die einzelnen Formenkomplexe miteinander zu vergleichen und zu untersuchen, ob sie parallele Erscheinungen sind oder nicht. Diese Untersuchung stößt vor allem auf die Schwierigkeit, daß die den einzelnen alten Formenkomplexen entsprechenden unteren Denudationsniveaus nur mit einiger Annäherung angegeben werden können. Zu dieser Aufgabe tritt dann die Lösung der Frage nach dem geologischen Alter der einzelnen alten Landschaften. Ließe sich diese Frage für jeden einzelnen Fall sicher lösen, so wäre damit auch die Frage nach den Beziehungen der einzelnen Formenkomplexe zueinander gelöst.

In den meisten Fällen waren hochliegende Schotter die Ausgangspunkte für die Auffindung alter Oberflächenformen. Mit der Altersfrage der Schotter würde auch die der alten Landschaften gelöst sein. Wie schon erwähnt, haben Hörnes und Hilber die Schotter der Umgebung von Graz zu den sogenannten Belvedereschottern gerechnet; Hilber hat dann dasselbe getan mit den Schottern bei Pöllau und Vorau. Er hat aber dann auch ausdrücklich bemerkt, daß

diese Zuweisung keineswegs die einzig mögliche Deutung sei. Der Hauptgrund für diese Altersbestimmung war wohl der, daß die Schotter auf den Höhen bei Graz (Schattleiten, Kalkleiten usw.) den tieferliegenden Belvedereschottern petrographisch gleichen. An manchen Stellen, so bei Schattleiten, Pöllau und Vorau, sind die dem Grundgebirge aufliegenden Schotter mit den im Tertiärhügelland liegenden, durch einzelne kleine Schotterpartien in ungezwungener Weise in Verbindung zu bringen. So ist es bei den Schottern von Hochtregist, die W. Schmidt auch für jungtertiär hält. Ganz isoliert sind vor allem die Schotter bei Birkfeld, in der Umgebung von Passail und die auf der Tanneben. Winkler hält für die hochliegenden Schotter ein sarmatisches Alter für möglich (Lit. Nr. 33).

Die angeführten Gründe für die Annahme des pliozänen Alters können nicht genügend befriedigen, wenn man sich die daraus mit zwingender Notwendigkeit hervorgehenden morphologischen Folgerungen vor Augen hält. Im letzten Abschnitt wurde dargetan, daß die erwähnten Schotter in innigem Zusammenhang stehen mit den verschiedenen hochgelegenen Resten alter Reliefs. Wenn nun die Schotter pliozän sind, so bestand also am Alpenrand im Pliozän eine Landschaft mit einem unteren Denudationsniveau von 700—800 *m*. Dies wäre besonders auffällig für die Gegend bei Graz und westlich bis gegen Voitsberg. Hier ist von dem den Schottern entsprechenden Relief nur sehr wenig mehr erhalten; so mußten die Landschaftsformen, die vorher bestanden, genug ausgetilgt worden sein und die miozänen Schichten, die durchaus in der Tiefe liegen, würden in keinerlei Beziehung gebracht werden können zur heutigen Gestalt des Gebirges. Es wäre dies eine Auffassung, die sich von den sonst meist herrschenden Auffassungen sehr wesentlich unterscheiden würde. Was hier für den Rand der Grazer Bucht gilt, muß natürlich auch wenigstens für die nächstbenachbarten Teile des Gebirgsinneren, so für das Längstal der Mur und Mürz und für das Lavantal gelten und auch hier würde das heutige Relief nicht von dem abgeleitet werden können, wie es z. B. in der Zeit der Bildung der obersteirischen Braunkohlenlager bestand. Für das gesamte Gebirgsrelief hier im Osten würde nur das pliozäne Relief die Ausgangsform sein. Das miozäne Relief einerseits und anderseits das pliozäne mit dem daraus abgeleiteten gegenwärtigen wären zwei voneinander getrennte Gebilde; zwischen beide würde eine ziemlich weitgehende tektonische Umformung des Gebirges hineinfallen.

Da eine einwandfreie Altersbestimmung des Schotters geologisch nicht durchführbar ist, sich aber aus der Altersbestimmung weitgehende morphologische Folgerungen ergeben, so soll die Frage rein morphologisch behandelt werden. Die Untersuchung wird natürlich an jene Gebiete anknüpfen müssen, wo die alten Formen in größerer Ausdehnung vorhanden sind. Hier stehen sich dann zwei Formenkomplexe gegenüber, ein harmonischer und ein disharmonischer. Zunächst läßt sich morphologisch nur das feststellen, was schon in diesen Bezeichnungen ausgedrückt ist, eine nähere Altersbestimmung ist nicht möglich. Vielleicht ist aber die Frage zu beantworten, ob die beiden einander gegenüberstehenden Formenkomplexe unmittelbar aufeinander-

folgende Gebilde sind, oder ob sich zwischen sie eine lange Entwicklung einschalten läßt, auf die man vielleicht aus geologischen Gründen schließen müßte.

Wie oben auseinandergesetzt wurde, darf man sich die Schicksale der Bucht während des Miozäns keineswegs sehr einfach vorstellen. Die marine Bedeckung der Bucht beginnt mit einer ausgedehnten Transgression (II. Mediterranstufe). Wahrscheinlich ging der sarmatischen Zeit eine Erosionsepoche voraus (vgl. Fuchs, Lit. Nr. 24); sicher wurde sie durch eine Zeit der Erosion, die sogenannte vorpontische Erosion, abgeschlossen, der dann die bedeutende pontische Aufschüttung folgte. Ist es auch für die einzelnen Phasen dieser Umbildungen nicht möglich, die Lagen der Erosionsbasis festzustellen, so erkennt man doch, daß die Erosionsbasis überhaupt erhebliche Verschiebungen erlitten hat. Ebenso wichtig ist aber auch die schon oben erörterte Tatsache, daß in dieser Zeit beträchtliche Hebungen und Senkungen stattgefundeu haben, die natürlich einen bedeutenden Einfluß auf die Formenentwicklung des Gebirges ausgeübt haben müssen. So kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, daß zwischen der Existenz des Gebirgsreliefs, das vor dem Einbruch der Bucht bestand, und der Eintiefung der heutigen Täler mannigfache Veränderungen in der Wirksamkeit der formgebenden Kräfte eingetreten sind, und es geht daraus mit Klarheit hervor, daß das den heutigen Kräften harmonische Relief nicht unmittelbar aus jenem vor dem Einbruch der Bucht bestehenden hervorgegangen sein kann.

Nur für einige Gebiete der Umrandung läßt sich diese Frage aus morphologischen Gründen mit Sicherheit beantworten. Besonders klar ist es im Gebiete der Lafnitz. Hier bei Wenigzell, Vorau oder südlich von St. Lorenzen sind die alten Formen in großer Ausdehnung erhalten und wir sehen in sie nur schmale junge Kerbteile eingeschnitten, die nur an wenigen Stellen den Charakter von Sohlentälern annehmen. Diese Täler, auf deren Erosion allein die Zerstörung des alten Reliefs beruht, sind so einfache Gebilde, daß sie unmöglich eine längere wechselvolle Entwicklung hinter sich haben können; im Gegenteil, sie sind das Ergebnis eines einzigen, nicht wesentlich unterbrochenen Aktes der Talbildung. Es kann so keinem Zweifel unterliegen, daß die beiden Formenkomplexe unmittelbar aufeinanderfolgende Erscheinungen sind. Bei Pöllau können die alten Gehänge auch keineswegs ein höheres Alter besitzen; hier wäre man eher versucht, sie in Zusammenhang zu bringen mit noch jüngeren Phasen der Entwicklung, nämlich mit den niedrigeren in der pliozänen Ausfüllung der Bucht ausgearbeiteten Terrassen. Bei Birkfeld liegen die Verhältnisse ganz ähnlich wie an der Lafnitz. Es treten hier, wie auseinandergesetzt, nur die Reste von zwei verschiedenen alten Landoberflächen auf. Aber die Formen der höherliegenden sind die vorherrschenden und gerade ihre ausgedehnte Erhaltung und zum Teil bedeutende Zerschneidung durch die heutigen Täler zeigt, daß diese beiden Phasen der Oberflächenentwicklung unmittelbar aufeinandergefolgt sind. Die hier vorhandene tiefere Stufe ist nur eine Unterbrechung der Eintiefung der heutigen Täler, eine Phase, der weiter keine besondere Bedeutung zukommt. In der Talweitung von Birkfeld

scheint die Erosion weniger energisch in die Tiefe gearbeitet zu haben (man beachte auch hier die große Mächtigkeit der alten Schotter) und so ist die Einschaltung einer solchen Zwischenstufe leichter verständlich. Auch für die bei Passail nachgewiesene Talfläche in 790—800 *m* Höhe ist es sicher, daß sie die unmittelbare Ausgangsform für die heutigen Formen ist. Ganz zweifellos ist die unmittelbare Aufeinanderfolge der Formenkomplexe in jenen beiden Fällen, wo aus der Anlage der heutigen Täler auf die Existenz einstiger Talebenen geschlossen wurde, auf denen die Flüsse jenen Weg genommen haben, den sie dann in das Gebirge eingeschnitten haben, nämlich bei den Tälern der Raab und Teigitsch. Auch bei den Tälern am Ostabhang der Koralpe erscheint die Annahme der direkten Herausentwicklung der rezenten Formen aus den gefundenen älteren am natürlichsten. In allen diesen Fällen ist der heutige Formenkomplex so einfach, daß er unter keinen Umständen zu vereinen ist mit wiederholten Verschiebungen der Erosionsbasis; die Wirkungen einer wechselvollen Entwicklung hätte unmöglich ganz verschwinden können, um so weniger, als es sich ja im allgemeinen nicht um so sehr bedeutende Leistungen der Talbildung handelt.

So läßt sich für mehrere Teile unseres Randgebirges ganz unabhängig voneinander zeigen, daß die heutigen Täler unmittelbar in jene gefundene Reliefreste eingetieft sind. Damit ist einerseits die Erkenntnis gewonnen, daß die alten Formen dieser einzelnen Gebiete zeitlich zusammengehören, daß sie also Teile einer einzigen Landschaft sind, anderseits aber ein fester Standpunkt für die Lösung der Altersfrage gewonnen. Für alle diese Gebiete besteht also ein Gegensatz zwischen der Mannigfaltigkeit der geologischen Schicksale, die die Grazer Bucht vom Untermiozän bis zum Pliozän erfuhr, und der Tatsache, daß die beiden zu vergleichenden Formenkomplexe unmittelbar aufeinanderfolgende Gebilde sind.

Es können also in allen diesen Gebieten die alten Formen unmöglich Teile einer untermiozänen oder noch älteren Landschaft sein. Diese alten Formen können aber zeitlich auch nicht zusammenfallen mit der Leithastufe, denn gerade auf diese folgten noch bedeutende Veränderungen der Bucht und damit auch bedeutende Veränderungen in der Lage der Erosionsbasis. Auch sarmatisch können sie nicht sein. Ganz abgesehen von der Tieflage der sarmatischen Schichten, die eine Beziehung zu diesen hochliegenden Formen schon sehr unwahrscheinlich macht, — die verschiedene Hochlage der sarmatischen Schichten und jener Formen würde, wie auch Winkler sagte, eine bedeutende nachträgliche Hebung des Gebirges voraussetzen — hätte zur vorpontischen Zeit die Bildung der heutigen Täler begonnen, und diese hätten auch die pontische Aufschüttung durchgemacht, ohne davon irgendwelche Spuren zu zeigen.

So kommt man auch aus morphologischen Gründen zu der Annahme des pliozänen Alters unserer Landoberfläche und befindet sich so in Uebereinstimmung mit jenen geologischen Tatsachen, die schon früher dahin geführt haben, die mehrfach erwähnten Schotter für pliozän zu halten. Bezeichnend ist es, daß gerade dort, wo die Annahme des pliozänen Alters für die Schotter, nämlich bei Vorau und

auch bei Pöllau am meisten wahrscheinlich ist, auch die morphologischen Verhältnisse einzig und allein diese Auffassung zulassen.

Aber noch eine morphologische Betrachtung soll die hier auseinandergesetzte Meinung stützen. Die pliozänen Schotter erreichen in zusammenhängenden Massen bei Graz Höhen von nahezu 600 *m*, bei Voitsberg noch Höhen von rund 620 *m*. Es müssen also unter allen Umständen die pliozänen Aufschüttungsflächen mindestens so hoch gewesen sein. Daraus ergibt sich für unsere in kristallinische oder paläozoische Gesteine eingeschnittene Durchbruchstäler ganz unzweifelhaft die epigenetische Entstehung. Es soll nur ein Beispiel herausgegriffen werden, das von besonderer Wichtigkeit ist. Längs des Kainachtales, südlich von Voitsberg erhebt sich ein im wesentlichen aus kristallinischem Gestein aufgebauter Rücken im Kobererkogel bis zu 606 *m* Höhe. Er ist die Wasserscheide zwischen dem Kainachtale und jenem Durchbruchstale, das von der Gößnitz und der untersten Teigitsch (Puchbach und Gaisfeld) durchflossen ist. Wie schon erwähnt, liegen auf seinem Kamm an einzelnen Stellen Schotter und südlich davon wurden auch bei St. Martin Schotter gefunden. Daß er aber die pliozäne Aufschüttungsfläche nicht überragt haben kann, geht aus der Ueberlegung hervor, daß dieser kristallinische Rücken doch auf keinen Fall stärker abgetragen worden sein kann, als die nördlich benachbarten tertiären, in denen die Schotter eine Höhe von 620 *m* erreichen. Wenn es überhaupt einem Zweifel unterliegen kann, daß die tertiären Gesteine weniger widerstandsfähig sind, so würden solche Zweifel sofort zerstreut durch die Betrachtung jener kleinen Tälchen, die bei Krems (Voitsberg, Ost) oben im Tertiär und unten im Glimmerschiefer ausgebildet sind. Hier, wie überall in unserem Gebiet, sind die Formen im Tertiär wesentlich weicher und ausgeglichener als selbst in ganz leicht verwitternden kristallinischen Schiefern. — Dieses Tal Puchbach - Gaisfeld ist also sicher epigenetischer Entstehung und es ist erst gebildet worden während der Zerschneidung der pliozänen Aufschüttungsfläche. Diese Erosionsleistung ist aber keineswegs weniger groß als zum Beispiel im benachbarten Teigitschtal, als wie im ebenfalls als epigenetisch erkannten Raabtal, oder als die Erosionsleistungen der Lafnitz, des Voraubaches oder der Feistritz seit Zerschneidung der dort gefundenen hoch gelegenen Talböden. Ja, im Gegenteil, die Leistung ist hier im Gößnitztal viel bedeutender als in einigen der anderen herangezogenen Fällen. Würde man für die anderen Fälle annehmen, daß hier die Erosion schon seit dem unteren, mittleren oder auch nur oberen Miozän gearbeitet hätte, während sie hier sicher erst mit der Zerstörung der pliozänen Aufschüttungsfläche eingesetzt hat, so käme man zu morphologisch ganz unmöglichen Annahmen. Es würden so ihrer Erscheinung nach nur wenig oder gar nicht voneinander abweichende Formen, die unter ganz ähnlichen lokalen Bedingungen gebildet wurden, ganz ungleich lange Bildungszeiten zukommen und sie würden in dem einen Falle eine ziemlich werwickelte Geschichte hinter sich haben, in dem anderen Falle aber nur im wesentlichen einem Akte der Talbildung entsprechen. So stünde also die Annahme eines vorpliozänen Alters der verschiedenen gefundenen

Oberflächenformen in einem unlöslichen Widerspruche zu unzweifelhaften morphologischen Tatsachen.

Es erübrigt nur noch, die Altersfrage für die Gebiete zwischen der Kainach und der Mur zu lösen. Hier liegen die Schotter meist isoliert auf Kämmen zwischen weiten Tallandschaften. Hier ist die Ueberlegung nicht möglich, daß die zwischen den alten Formen liegenden Landschaften nicht eine verwickelte Geschichte hinter sich haben könnten. Es soll aber gleich gesagt werden, daß zunächst im Westen die alten Formen zum Teil in den weicheren Gesteinen der Kainacher-Gosau ausgebildet sind und daß dann weiter östlich (vergleiche westlich von Gratwein und nordwestlich von St. Veit) zwischen die paläozoischen Berge tertiäre Schichten weit eingreifen, die natürlich einer viel stärkeren Zerstörung ausgesetzt waren als die paläozoischen oder kristallinischen Gesteine. Auch die mehrfachen Weitungen des Murtales sind im Gegensatz zu den engen Talstrecken einzig und allein darauf zurückzuführen, daß hier tertiäres Gestein ausgeräumt wurde. Es läßt sich nun in anderer Weise zeigen, daß die hier gefundenen hochliegenden Schotter und die mit ihnen verbundenen alten Oberflächenformen den anderwärts gefundenen parallele Erscheinungen sind. Die gesamte Umrandung der Grazer Bucht ist insofern entwicklungsgeschichtlich eine Einheit, als für das ganze Gebiet die gleichen Verschiebungen der Erosionsbasis maßgebend gewesen sein müssen. Wenn in der Entwicklung einer Landschaft sich ein Abschnitt von den übrigen durch die Art der damals zur Geltung gekommenen Wirkungen wesentlich unterscheidet, so müssen auch die Formen, die dieser Abschnitt hinterlassen hat, in auffälligem Gegensatz stehen zu jenen Formen, die den übrigen Abschnitten der Entwicklung entsprechen. Wenn nun in Nachbargebieten, welche die gleiche Entwicklung durchgemacht haben müssen, miteinander übereinstimmende Erscheinungen auftreten, die als die Spuren je einer solchen von den übrigen Abschnitten der Entwicklung abweichenden Phase zu betrachten sind, so müssen diese Erscheinungen als paralele Erscheinungen aufgefaßt werden.

Wenn man also an mehreren Stellen der Umrandung der Bucht die Spuren einer Zeit der Verflachung des Reliefs und der Aufschüttung findet, so muß man unbedingt annehmen, daß die gesamte Umrandung eine solche Epoche erlebt hat; und wenn nun in einem großen Gebiete die Spuren einer einzigen solchen Epoche gefunden wurden und in den übrigen Teilen des Randgebirges auch nur einmal solche Spuren zu finden sind, so können diese Erscheinungen nur parallele Erscheinungen sein.

Darauf fußend können die Vorkommen in dem noch ausstehenden Gebiete mit dem übrigen Gebirgsland verglichen werden. Es wurde schon oben die durch die Schotter von Hochtregist und in den östlich benachbarten Rücken angezeigte Talfläche in Beziehung gebracht zu der in der Teigitsch gefundenen alten über 860 *m* hoch gelegenen Ebene und schon darauf hingewiesen, daß die disharmonischen Erscheinungen westlich von Köflach gewissermaßen ein Bindeglied zwischen beiden bilden. Die obige theoretische Ueberlegung muß in dieser Meinung bestärken. Ueber diesen beiden Niveaus im Tei-

gitschtal und von Hochtregist sind keine disharmonischen Erscheinungen mehr zu finden. Ja an der oberen Teigitsch beherrschen die Formen dieses Niveaus die Landschaft bis zu den Kämmen des Gebirges. Auch an den Quellen der Kainach, Söding und Lieboch finden sich in größerer Höhe keine disharmonischen Formen mehr, außer solche, die auch wieder auf ein Talniveau von über 800 *m* Höhe hinweisen. Steigt man anderseits von den sicher pliozänen Schottern empor zu diesem Niveau, so findet man dazwischen an keiner Stelle ausgedehnte disharmonische Formen. Es sind also tatsächlich nördlich und südlich der Kainach die genannten Formen parallele Erscheinungen in der Entwicklung der Landschaft. Unter diesem Niveau liegen alle disharmonischen Formen schon tiefer als die Höhe der geschlossenen Masse der pliozänen Schotter. Nur zwei Fälle sind Ausnahmen, nämlich die Schotter und disharmonischen Rücken von Sankt Martin und die Schotter des Bocklochs. Daß der alte Talboden von St. Martin mit 700 *m* Höhe nicht in Beziehung gebracht werden kann zu dem mindestens 100 *m* höher liegenden von Hochtregist liegt auf, der Hand; dieser Talboden entspricht eben einem Stillstand während der Zerschneidung der alten hochgelegenen Aufschüttungsfläche. Die Schotter des Bocklochs entsprechen einem höheren Niveau des Södingtales. Dabei war aber das Talnetz dem heutigen noch nicht gleich; einen Talweg nach Osten, senkrecht zum Söding und Liebochtal möchte ich nicht annehmen.

Oben wurden schon die höchstgelegenen Schotter und die mit ihnen verbundenen disharmonischen Formen zu beiden Seiten des Murtales als ein Komplex von zusammengehörigen Erscheinungen betrachtet. Die Schotter bei dem Kalkleitenmöstl, die südlich vom Maxenkogel, endlich die vereinzelten Gerölle, die am Abhange des Kirchbergerkogels gefunden wurden, weisen auf eine über 700 *m* hoch gelegene Aufschüttungsfläche hin. Die tieferliegenden Formen und einzelne tiefer gelegene Schottervorkommen müssen dann wieder späteren Stadien der Zertalung der alten Aufschüttungsfläche entsprechen. Die Zusammenfassung dieser Vorkommen in der Umgebung von Graz mit jenen bei Semriach und der Tanneben zu einem Komplex erscheint ganz natürlich und die Verbindung wird hergestellt durch einige disharmonische Formen, vor allem durch den Rücken des Hienning. Daß auch die alten Formen in der Umgebung von Radegund mit dem Aufschüttungsniveau zusammenfallen, wurde oben zu zeigen versucht.

Die Parallelisierung dieses ganzen Komplexes von Erscheinungen mit jenem in der nördlichen und südlichen Umgebung von Voitsberg, erscheint in erster Linie durch die obige theoretische Ueberlegung berechtigt. Auch hier bei Graz sind diese Erscheinungen die Denkmäler einer Zeit der Entwicklung, die wie keine andere von Einfluß auf die weitere Gestaltung des Reliefs war; es war eine Zeit, ebenso wie im Westen charakterisiert durch Aufschüttung und zugleich Verflachung des Reliefs. Was man hier im Murtale noch von alten Talböden und überhaupt alten Formen findet (vgl. Hilber, Taltreppe), tritt gegenüber diesen Erscheinungen weit an Bedeutung und Ausdehnung zurück und fällt überall meist unter das Niveau der geschlossenen Masse der pliozänen Schotter.

Die verschiedene Höhenlage scheint freilich eine solche Parallelisierung nicht zu gestatten. Die Schotter von Hochtregist reichen bis 792 *m* hinauf und die Teigitsch muß bei Edelschrott bis auf eine fast 850 *m* hohe Fläche getroffen sein. Dagegen liegen bei Graz die Schotter nur 700 *m* hoch. Demgegenüber ist zu bemerken, daß diese 700 *m* nur ein Minimum sind, und daß die Ebene des pliozänen Murtales wohl viel höher gewesen sein kann; die Berge, die aus ihr herausgeschnitten sind, zeigen überall schon eine bedeutende Abtragung und so dürfte ihre Ausgangsform auch wesentlich höher gelegen sein als ihre heutigen Kämme.

Weiters ist zu bedenken, daß die Aufschüttungsfläche aus der Gegend von Graz gegen Voitsberg ja etwas angestiegen sein muß. So besteht meiner Ansicht zwischen den Höhen der Schotter bei Graz und jenen bei Hochtregist keine Unstimmigkeit. Die Hochlage der Teigitschebene bei Edelschrott kann man sich sehr gut durch die Existenz eines Schuttkegels erklären, auf dem sie auch gegen Südost abgelenkt wurde. Diese Ansichten sollen nicht die Richtigkeit der Parallelisierung beweisen, sondern die auf anderem Wege gewonnene Erkenntnis verständlicher machen.

Im Durchbruch der Raab konnte kein bestimmtes Niveau gefunden werden, weil hier Schotter fehlen, die die Aufstellung einer unteren Grenze des alten Talniveaus erlauben würden. Die Rücken, zwischen denen das epigenetische Raabtal liegt, können aus einem Niveau von 650—700 *m* Höhe herausgebildet sein; ihre Ausgangsform könnte aber auch viel höher gelegen gewesen sein. Maßgebend für die Vergleichung scheint das Niveau von 800 *m* Höhe im Passailer Becken. Man findet hier auch öfter alte Gehänge, die ganz den alten Gehängen entsprechen, die wir nordöstlich von Radegund oder bei Semriach gefunden haben. In einer ganz anderen Situation befinden sich die Schotter östlich von Passail (bei Punkt 909 *m*) und dann die besprochene Doline von Vorder-Tyrnau. Sie entsprechen einem viel höheren unteren Denudationsniveau. Wollte man sie mit den Resten der pliozänen Landoberfläche in Zusammenhang bringen, so müßte man zur Erklärung dieser abweichenden Höhenlage eine Krustenbewegung annehmen, für die sonst keine Anhaltspunkte zu finden wären.

Das Passailer Niveau von 800 *m* Höhe ist also jedenfalls zu parallelisieren mit dem alten Niveau im Murtale. Ob nun an der Mündung der Raab die genannten Rücken aus diesem Niveau herausgebildet wurden oder aus einem tieferen, also jüngeren, entzieht sich unserer Beurteilung. Das genannte Niveau von Passail stimmt endlich sehr gut mit dem alten Vorkommen von Anger und damit mit den anderen alten Formen im Feistritztal, bei Pöllau und Vorau überein.

So konnte also für das ganze Gebirgsland aus der Gegend von Friedberg bis gegen Eibiswald gezeigt werden, daß hier zur Zeit der großen pliozänen Aufschüttung an den Talmündungen und zum Teil auch weiter innen in den Tälern, Aufschüttungen stattfanden, und daß damals allenthalben das Gebirgsrelief eine Abflachung erfuhr. Die Zusammengehörigkeit aller dieser Formen wurde einesteils dadurch gefunden, daß für eine Reihe von Erscheinungen nur das gleiche Alter

anzunehmen möglich ist und dann ergab sie sich in Uebereinstimmung mit geologischen Gründen daraus, daß für benachbarte Gebiete eben nur eine parallele Entwicklung vorausgesetzt werden kann. Wollte man diese nicht voraussetzen, so müßte man sehr bedeutende spätere Niveauänderungen annehmen; man würde so zur Erklärung der Erscheinung Voraussetzungen machen müssen, die in sonst nichts begründet wären.

Auf eines möge noch hingewiesen werden. Die Parallelität der Erscheinungen wurde nicht gewonnen durch eine genaue Uebereinstimmung in der Höhenlage der einzelnen Schottervorkommen und Formen. Dies ist deshalb unmöglich, weil man es in den meisten Fällen nur mit Näherungsworten zu tun hat. Nur wo Formen ganz rein erhalten sind, ist eine genaue Berücksichtigung der Höhenlage möglich und nur da wären auch aus allfälligen Unstimmigkeiten in den Höhen Schlüsse auf spätere Niveauänderungen gestattet. Solche Folgerungen sind hier ausgeschlossen.

Mit den Ergebnissen der morphologischen Untersuchung der Umrandung der Grazer Bucht stimmt sehr gut überein, was bei der Betrachtung des Hügellandes der Bucht gewonnen wurde. Hier ergab sich die Existenz einer Aufschüttungsfläche, die auch in einiger Entfernung vom Gebirgsrande über der paläozoischen Schieferinsel des Sausal ungefähr 700 *m* und weiter östlich über dem Gleichenberger Eruptivgebiet mindestens über 600 *m* hoch gelegen sein muß. Es ist naheliegend, daß diese Aufschüttungsfläche die Gestalt mehrerer flacher Schwemmkegel besaß. Diese Fläche dehnte sich über einen größeren Raum aus, als das heutige tertiäre Hügelland, denn wir müssen sie uns südlich von Köflach über den kristallinischen Bergen denken, wo die Teigitsch von Edelschrott einen heute in das Grundgebirge eingesenkten Lauf nahm, wir müssen sie uns auch nördlich von Voitsberg über den Höhen der Kainacher Gosau denken. Sie lag ferner über den paläozoischen Erhebungen des Plawutsch, Straßenglerberges, Kirchbergkogels usw. und erfüllte auch das Murtal nördlich bis über Peggau. Oestlich der Mur fällt ihre Grenze mehr mit der heutigen Grenze zwischen dem Hügelland und dem Gebirge zusammen. An der Feistritz reichte die Aufschüttung sehr weit ins Gebirgsinnere zurück, ebenso auch bei Vorau. So war am Schlusse dieser bedeutenden Aufschüttung die Erosion auch im Gebirge überall zum Stillstand gekommen und es trat allmählich eine Verflachung der Formen ein. Wie mehrfach erörtert, können wir uns die Gestalt des Gebirges aus einer Reihe von Fällen, wo die alten Landschaften mit ihren mäßig geneigten und meist stark mit Verwitterungsschutt bedeckten Gehängen noch gut erhalten sind, leicht vorstellen.

Die hier skizzierte Gestalt der Bucht und des sie umgebenden Gebirges war also erreicht am Schlusse der großen nach der vorpontischen Erosion beginnenden Aufschüttung. Wie oben erörtert, ist es nach den Funden von *Mastodon arvernensis* in den Schottern des Laßnitztunnels möglich, daß diese Aufschüttung fortgedauert bis in die levantinische Zeit. Sollte sich aber durch weitere paläontologische Untersuchungen herausstellen, daß nur ein Teil der Schotter levantinisch ist, dann wäre die Epoche der Aufschüttung mit dem Ende

der pontischen Zeit abgeschlossen gewesen. Die levantinischen Schotter wären dann in Tälern abgelagert worden, die der ersten Phase der Zertalung der Bucht entsprechen würden. Ich möchte dazu bemerken, daß man sich durchaus nicht vorstellen muß, daß das Flußnetz der Bucht, wie es heute vorliegt, gleich auf der pontischen Fläche angelegt wurde. Hier dürften nur die Hauptzüge angelegt worden sein. Es haben nämlich manche wasserscheidende Kämme des Hügellandes Formen, aus denen man den Schluß ziehen kann, daß sie nicht direkt aus der hochgelegenen Urform der Bucht heraus entwickelt wurden, sondern aus einer tiefergelegenen Ausgangsform.

So ist es sehr gut denkbar, daß im einzelnen das Flußnetz mannigfache Veränderungen erlitt und daß somit auch an der heutigen Hauptwasserscheide der Bucht, zwischen Mur und Raab, beträchtliche Veränderungen vor sich gegangen sind. Die Aufhellung der Formenentwicklung des Hügellandes ist im einzelnen übrigens sehr schwierig, weil wegen der geringen Beständigkeit des Gesteines sich alte Formen nur selten mit solcher Deutlichkeit erhalten haben, daß man daraus sichere Schlüsse ziehen kann.

Mit dem Nachweise, daß die gefundenen alten Formen des Gebirges pliozän sind, ist unbedingt gezeigt, daß das pliozäne Relief und das daraus hervorgegangene heutige tatsächlich von jedem früheren, also auch einem miozänen, vollständig getrennt ist, und daß das Gebirge inzwischen eine nicht unbedeutende Umformung erfahren hat.

Steht man z. B. auf irgendeiner Höhe in der Umgebung von Voitsberg, so sieht man in der Tiefe das lakustre Untermiozän und darüber die pontischen Schotter. In der Höhe hat man, zum Teil schon von weitem erkennbar, die disharmonischen Formen. Wie schon gesagt, drängt sich einem dabei die Auffassung auf, daß diese alten Formen älter sind als das gesamte in der Tiefe liegende Tertiär.

Hier ist nur gezeigt worden, daß die Aufschüttung statt bis wenig über 600 *m*, bis über 800 *m* Höhe emporgereicht hat.

Damit ist aber noch immer der Widerspruch zwischen der Tiefenlage des Untermiozäns und den hochliegenden viel jüngeren Formen nicht beseitigt. Wo liegen die Formen, die dem lakustren Untermiozän entsprechen oder die weiteren miozänen Formen des Gebirgsrandes? Das pliozäne Relief hat sich aus dem früheren entwickelt und wo keine Aufschüttungen vorhanden sind, mußten daher naturgemäß die miozänen Formen über den pliozänen gedacht werden. Ihr Denudationsniveau und also auch die Spiegel der miozänen Meere mußten dann rund 900 *m* oder noch höher gelegen gewesen sein. Eine solche Höhe steht aber in entschiedenem Widerspruch mit allen geologischen Tatsachen des ganzen pannonischen Beckens und dieser Widerspruch kann so nur durch eine beträchtliche Niveauveränderung erklärt werden, und zwar jedenfalls durch Hebung des Gebirges.

Wir können am Gebirgsrand die Formen mit einiger Sicherheit nur zurückverfolgen bis zu Beginn der vorpontischen Erosion. Wir haben, wie oben ausgeführt, erkannt, daß die pontischen Schotter in der Tiefe in mehr oder weniger engen Furchen liegen und daß erst

in größerer Höhe die Schotter seitlich ausgreifen und sich sodann zu einer ausgedehnten Aufschüttungsfläche verbinden.

Diese Furchen sind naturgemäß die Ergebnisse einer vor der Aufschüttung stattgehabten Erosion. Diese Erosion mag wohl im wesentlichen das frühere Relief zerstört haben und es ist die Annahme naheliegend, daß die erwähnte Erhebung des Gebirges auch der Anlaß für den Beginn dieser neuen Erosion war; die Erhebung würde zwischen die sarmatische und pontische Epoche fallen. Wenn nun, wie Penck meint, die großen Blöcke im Miozän bei Knittelfeld und die wohl aus miozänen Konglomeraten ausgewitterten Blöcke im Sulmgebiete im Zusammenhang stehen sollen, mit einem im Miozän durch Erhebung des Gebirges hervorgerufenen stärkeren Schuttransport, so ließe sich dasselbe auch für die vorpontische Zeit annehmen und man könnte so die Blöcke bei St. Stefan am Gratkorn als Zeugen einer kräftigen Schuttförderung bei gleichzeitiger lebhafter Erosion im Gebirge betrachten.

Man kann aber diese vorpontischen, jetzt von Schottern erfüllten Täler nur am Gebirgsrande selbst finden, weiter im Gebirgsinnern fehlen sie. Da muß ihre Sohle mindestens gleich hoch oder schon höher gelegen sein als die dort gefundenen pliozänen Talböden.

Wollte man die Längskurve eines solchen Tales konstruieren, so würde ihr steiler Anstieg nach rückwärts auffallen. Es scheint so, daß auch diese vorpontischen Täler noch eine Störung erfahren haben, daß also die besprochene Störung auch noch in dieser Epoche fortgewährt hätte. Stellt man sich noch einmal die Kurve eines solchen vorpontischen Tales vor und vergleicht sie mit der Kurve eines Tales am Schluß der pontischen Aufschüttung, so erkennt man, daß sich die beiden Kurven im Oberlauf der Täler schneiden und nach unten stark divergieren. Daraus läßt sich herauslesen, daß, als im Unterlauf schon Aufschüttung herrschte, oben vielleicht noch erodiert wurde. Die Verflachung des Reliefs, wie sie z. B. im Teigitschtale bei Semriach, Passail, Birkfeld, Vorau und Wenigzell erkannt wurde, wäre dann vielleicht erst eingetreten, als die Aufschüttung in der Bucht schon weit vorgeschritten oder fast vollendet war. Am Rande der Bucht war die Aufschüttung sehr bedeutend, 300—400 *m*, — ein Betrag, der im Vergleich mit der Mächtigkeit der Sedimente in mancher heutigen Flußebene keineswegs überraschend groß ist —; da griff sie immer weiter seitlich aus, es wurden dabei immer weitere Flächen von ihr überwältigt und so ganze Teile des Grundgebirges überdeckt, also Ueberbauformen im Sinne von Hilber (Lit. Nr. 16) geschaffen. Als dann nach Schluß der Aufschüttung die neue Erosion begann, waren auch ganz neue Bedingungen für die Anlage der Täler gegeben, so daß die aus dem Gebirge austretenden Gewässer ganz andere Wege einschlagen konnten als früher.

Diese weite seitliche Ausbreitung der Aufschüttung ist aber auch nur unter einer Voraussetzung denkbar, nämlich unter der, daß hier das Gebirge zum Teil niedrig genug war, um überhaupt von der Aufschüttung überwältigt werden zu können. Dort, wo schon aufgeschüttet wurde, konnte ja keine bedeutende Erniedrigung der Rücken mehr eintreten. Wo also nicht schon vor Beginn der Auf-

schüttung die Rücken nicht mehr hoch waren, war eine solche Ausbreitung der Aufschüttung ausgeschlossen. Es muß also wohl zum Teil schon bei Beginn der Aufschüttung eine Art Vorstufe des Gebirges bestanden haben, wie sie jetzt in den Rücken zwischen Kainach, Söding, Lieboch, in den Erhebungen vom Kirchbergkogel bis zum Fraunkogel, im Plawutschzuge, dann weiter östlich in der Platte Linneckberg usw. bis gegen Weiz vor uns liegt. Im einzelnen weisen diese Berge freilich auf die pliozäne Landoberfläche als Ausgangsform hin, aber als Gesamtheit betrachtet, natürlich in wesentlich anderer Gestalt, müssen sie schon früher bestanden haben. Es sind also darin wohl Züge eines früheren, vorpontischen Reliefs zu erkennen. An zwei Stellen treten noch Formen auf, die auch als Ueberreste einer vorpliozänen Landoberfläche zu deuten sind, nämlich die Schotter östlich von Passail (bei Punkt 909) und die Doline von Vorder-Tyrnau und die weiten Abtragflächen in den Krumbacher Bergen. Möglicherweise gehören diese Formen einem miozänen Relief an.

V. Morphologische Beobachtungen im Längstale der Mur und Mürz und im Lavanttale.

Zu ähnlichen Ergebnissen wie im Randgebirge der Grazer Bucht haben morphologische Untersuchungen in den genannten inneralpinen Tälern geführt. Auch hier finden sich in hohen Lagen disharmonische Formen, die sich auf einer Talebene oder auf flache Gehänge als Ausgangsformen zurückführen lassen, manchmal aber sind auch solche Formen selbst noch gut erhalten.

Im Mürztale beobachtete ich solche Erscheinungen an dessen rechtem Gehänge nördlich von Kapfenberg zu beiden Seiten des Pöllergrabens in Höhen zwischen 800 und 900 *m*, zwischen St. Marein und Kindberg in 900 *m* Höhe, weiter dann nördlich von Mitterdorf über 1000 *m* hoch zu beiden Seiten des unteren Veitschgrabens und endlich in der Gegend von Mürzzuschlag. In diesem Zusammenhange müssen auch die disharmonischen Formen der Rücken der Pretul- und Stangalpe mit dem Teufelstein erwähnt werden. Diese Formen stehen in Beziehung zu den disharmonischen Formen des Feistritztales und gehören so wohl dem dort gefundenen pliozänen Relief an. Im Mürztale ist aber die Zertalung viel stärker, so daß hier die alten Formen viel mehr verschwunden sind. Auffällig sind in der Umgebung von Bruck und auch zu beiden Seiten des Breitenauergrabens mehrere Kämme mit Gratform und sehr steilen Gehängen, aber mit einer Höhenentwicklung, daß man für sie eine besondere Ausgangsform suchen möchte. Deutlicher treten disharmonische Erscheinungen auf in der Umgebung von Leoben und dann am rechten Gehänge des Murtales zwischen St. Michael und Weißkirchen; teilweise wurden diese öfters sehr gut erhaltenen Formen schon von K. Oesterreich (Lit. Nr. 25) besprochen. Im Lavanttale sind ebenfalls Formen, die aus hochgelegenen Ebenheiten abzuleiten sind, sehr häufig. Am interessantesten sind die Verhältnisse im Gebiete nördlich von Wolfsberg. Hier sind westlich des Lavant zwischen Gräbern und

Wölch über 900 *m* hoch ausgedehnte disharmonische Formen, breite Rücken und noch vollständig erhaltene Ebenheiten, zum Teil mit Schottern bedeckt, zum Teil auch, so auf der Wölch mit großen Blöcken. Diese Formen entstammen also einem über 900 *m* hochgelegenen Talboden. Oestlich davon, in der Gegend von Preitenegg, an den südlichen Abhängen der Hirschegger Alpe bis zur Pack treten die gleichen Formen auf, wie sie auf der Ostabdachung dieses Gebirges im Gebiete der oberen Teigitsch erkannt wurden. Es ist auch hier eine alte Landschaft erhalten, freilich schon tiefer zertalt als auf der Abdachung gegen die Grazer Bucht. So liegen hier sicher parallele Erscheinungen vor und so müssen wir auch die im Lavantgebiet gefundene alte Landschaft für pliozän halten. In welchen Beziehungen diese pliozänen Formen hier mit den alten Formen im Murtale von Weißkirchen abwärts stehen, darüber müßten sehr eingehende Untersuchungen im hochinteressanten Gebiete des Obdachersattels Aufschluß geben. Meines Dafürhaltens sind es auch parallele Erscheinungen und ich halte alle hier genannten disharmonischen Formen des Mur- und Mürztales für pliozän. Für sie alle ergibt sich das gleiche Verhältnis zu den heutigen Tälern, wie wir es für die pliozänen Formen in der Umrandung der Grazer Bucht gefunden haben; anderseits stehen sie aber auch in keinen Beziehungen zu den miozänen Ablagerungen. Eher dürften sich Beziehungen zwischen diesen Formen und verschiedenen kleinen Geröllvorkommen ergeben, die sich an mehreren Stellen des Längstales der Mur auf den Höhen finden und die zum Teil auch K. Oesterreich schon erwähnt hat. Bei der Trennung der verschiedenen Tertiärvorkommen hier werden jedenfalls morphologische Gesichtspunkte mehr berücksichtigt werden müssen als es bisher geschehen. Sehr interessant wäre es auch zu untersuchen, in welchen Beziehungen die hier angedeuteten Reste eines alten Reliefs zu den Formen stehen, die auf den Höhen der Kalkplateaus auftreten (vgl. Rotter, Lit. Nr. 26 und Götzinger, Lit. Nr. 27).

Man findet so auch hier allenthalben die Spuren eines Reliefs, aus dem das heutige unmittelbar abzuleiten ist; ich halte es für pliozän. Er ist von dem miozänen Relief, das nach der Hauptfaltung der Alpen entstanden ist, durch eine große Kluft getrennt. Die miozänen Schichten lassen sich nicht in Einklang bringen mit dem pliozänen Relief; es hat also auch hier zwischen Miozän und Pliozän eine bedeutende Umformung des Gebirges stattgefunden, so daß die Züge des miozänen Reliefs nur in sehr allgemeinen Umrissen (Verbreitung des Tertiärs) zu erkennen sind. Meiner Ansicht nach weisen die petrographischen Verhältnisse der miozänen Braunkohlen führenden Schichten auf ein viel sanfteres Relief hin als es das heutige ist. Im allgemeinen finden sich erst in den hangenden Teilen des Miozän gröbere Sedimente, was auf eine Veränderung der physiographischen Verhältnisse während des Miozäns hindeutet. Die Störungen des Miozäns endlich sind die Zeugen jener großen Umformung, die das miozäne Relief zerstört und damit einen neuen Abtragungsprozeß eingeleitet hat, dessen Ergebnis dann das pliozäne Relief war; die Erosion der heutigen Täler hat dann an die Stelle des pliozänen Reliefs das heutige gesetzt.

Die geomorphologischen Probleme der nordöstlichen Alpen sind in neuerer Zeit wiederholt Gegenstand von Untersuchungen und Ueberlegungen gewesen; ich verweise nochmals vor allem auf die Arbeiten von K. Oesterreich und Götzinger, dann auf die Studien von F. X. Schaffer über den norischen Fluß und auf die Erörterungen von A. Winkler (Lit. Nr. 35, Abschnitt 9). Die in den verschiedenen Arbeiten vertretenen Ansichten widersprechen sich noch sehr und ich halte es für ganz unmöglich, diese Fragen zu klären, bevor nicht der gesamte Formenschatz dieses Teiles der Alpen einer eingehenden Untersuchung unterzogen worden ist. Dann erst können sich sichere Schlüsse ergeben auf die Altersverhältnisse der einzelnen Formengruppen und auf deren Beziehungen einerseits zu den von Hahn (Lit. Nr. 39) nachgewiesenen jugendlichen Gebirgsstörungen, anderseits zu den untermiozänen Schichten. Die unmittelbare Rekonstruktion von Tälern und Wasserscheiden aus den Vorkommen von miozänen Schichten erscheint mir unhaltbar. Vor allem kann ich, ebensowenig wie Winkler, den Ansichten Schaffers über den norischen Fluß beistimmen, weil das Material, auf das sich Schaffer stützt, viel zu dürftig und morphologisch zu wenig durchgearbeitet ist, um so weitgehende Schlüsse zu erlauben.

Der einzige Zusammenhang zwischen dem heutigen Relief und dem Miozän besteht, wie ich glaube, nur darin, daß die miozänen Schichten als weiche Gesteine leichter ausgeräumt wurden, daß also das Miozän im wesentlichen nur durch die petrographischen Eigenschaften seiner Gesteine einen Einfluß auf das heutige Relief ausgeübt hat.

VI. Schlußbemerkungen.

So konnte also am Rande der Grazer Bucht und in den besprochenen Längstälern im Inneren der östlichen Alpen das heutige Relief aus einem hochgelegenen pliozänen abgeleitet werden; dagegen ergab sich, daß der Ausbildung des pliozänen Reliefs eine Umformung des Gebirges vorausgegangen sein muß, auf die ja auch verschiedene Störungen der miozänen Schichten im Innern der Alpen und in der Grazer Bucht hinweisen.

Es bleibt aber noch die große absolute Höhe der pliozänen Aufschüttungsfläche in der Grazer Bucht zu erklären. Die Pliozänschichten liegen im Gebiet des großen pannonischen Beckens überall tief. Im Wiener Becken hat Hassinger (Lit. Nr. 28) auch schon abweichend von den früher herrschenden Ansichten gezeigt, daß die höheren Strandlinien nicht mediterran oder sarmatisch, sondern pontisch sind; aber die höchste von ihm gefundene Strandlinie weist doch nur auf eine Spiegelhöhe von 540 *m* hin. Wie schon erwähnt, treten westlich vom Bakonyer Wald, zwischen der Raab und der Zala Schotterflächen, zum Teil noch wenig zerschnitten, in Höhen von 270—250 *m* auf. Diese Schotter können nicht die östliche Fortsetzung der sogenannten Belvedereschotter der Grazer Bucht sein und diese Aufschüttungsflächen können nicht als ein Rest der großen pliozänen

Aufschüttungsfläche der Grazer Bucht betrachtet werden, falls man nicht eine bedeutende Störung annehmen will, die die Grazer Bucht vom großen pannonischen Becken hier scheiden würde. Ich halte also diese Schotterflächen für jünger und denke mir, daß diese Schotter von späteren pliozänen Flüssen abgelagert wurden, als die viel höher gelegene Aufschüttungsfläche der Grazer Bucht bereits zertalt wurde, und daß die Schotter dort umgelagerte Schotter der Grazer Bucht sind. Wenn nun diese Schotterflächen zwischen Raab und Zala jünger sind als die pliozäne Aufschüttungsfläche der Grazer Bucht, so ist die Annahme naheliegend, daß auch an anderen Stellen des großen pannonischen Beckens und seiner Umrandung in größerer Höhe Aequivalente der hochgelegenen pliozänen Aufschüttungsfläche der Grazer Bucht und der gleichaltrigen Reliefformen des Randgebirges aufzufinden sein müßten.

Sehr interessant sind in dieser Hinsicht die Verhältnisse im Durchbruche der Donau durch das Banater Gebirge. Hier wurden von Cvijić (Lit. Nr. 29) hochliegende Talböden nachgewiesen. Einen in 400—500 *m* Höhe hält er für miozän oder noch älter, einen in 260 bis 370 *m* Höhe für pontisch oder unterpliozän; dieser letztere ist höher gelegen als die im Durchbruche auftretenden mediteranen Schichten: Es geschah also auch hier nach der mediterranen Zeit eine jedenfalls nicht unbedeutende Dislozierung. Zu dieser Meinung gelangt auf Grund einer anderen Ueberlegung auch Toula (Lit. Nr. 30), ja dieser Forscher scheint der Meinung zuzuneigen, daß die Umformungen nach der mediterranen und sarmatischen Zeit recht bedeutende waren. Es ist nun bekannt (vgl. dazu Halavats, Lit. Nr. 31), daß im Alföld die diluvialen Schichten bis in große Tiefen hinabreichen und dann noch tiefer die levantinischen Schichten folgen. Da aber im Donaudurchbruch ein pliozäner Talboden 260—270 *m* hoch liegt, so müssen hier noch im Pliozän, und zwar nach der levantinischen Zeit bedeutende Veränderungen stattgefunden haben. Toula vertritt die Meinung, daß es sich dabei nicht so sehr um Verschiebungen des Meeresspiegels handle, sondern vielmehr um Verschiebungen in der Erdkruste. Er denkt sich, daß gleichzeitig ein Emporheben und ein Absinken einzelner Festlandmassen geschah, wobei ja das Absinken überwogen haben kann. Auch Cvijič hält es für wahrscheinlich, daß hier Hebungen stattgefunden haben.

Auf Grund aller dieser Erfahrungen möchte ich die Hochlage der pliozänen Aufschüttungsfläche in der Grazer Bucht und der gleichaltrigen Formen des Alpenrandes in folgender Weise erklären. Während des Pliozäns (pontische Zeit, vielleicht andauernd bis in die levantinische Zeit) geschah im pannonischen Becken eine bedeutende Aufschüttung und zugleich in den Randgebirgen eine Abflachung des Reliefs — vielleicht ließen sich ähnliche Erscheinungen wie im Banater Gebirge und am Rande der Grazer Bucht auch an anderen Teilen des Randes des pannonischen Beckens nachweisen? —; später folgte dann eine große Erhebung der Randgebirge und zugleich ein Absinken der zentralen Teile des pannonischen Beckens. Von diesen Bewegungen wären nicht alle Teile in gleichem Maße betroffen worden, so daß also die Reste des pliozänen Reliefs heute verschieden

hoch liegen und man auch die pliozäne Aufschüttungsfläche, beziehungsweise den pliozänen Seespiegel in verschiedenen Höhen rekonstruieren muß. In Untersteiermark nahm die pliozäne Bewegung noch bedeutende Dimensionen an, so daß hier auch die pontischen Schichten noch sehr gestört sind. Zu vergleichen wären hier die pliozänen Hebungen, die von Penck und Brückner in den Südalpen, von Kossmat und Krebs im Triestiner Karst nachgewiesen wurden (vgl. zusammenfassend Krebs, Lit. Nr. 32, S. 41).

Danach würden die Alpen, wenigstens an ihrem Ostrande, seit ihrer miozänen Hauptfaltung in der Hauptsache folgende Entwicklungsphasen durchgemacht haben:

1. mit der miozänen Hauptfaltung beginnend die Ausbildung des miozänen Reliefs,

2. eine spätmiozäne (vorpontische) Hebung und zugleich Zerstörung des miozänen Reliefs (vorpontische Erosion),

3. die pliozäne Aufschüttung am Gebirgsrande und teilweise in die Alpentäler zurückgreifend (vgl. damit das Sattnitzkonglomerat!), gleichzeitig eine allgemeine Verflachung des Gebirgsreliefs und

4. eine spätpliozäne Hebung (jedenfalls mit lokalen Senkungen) und die Erosion der heutigen Täler.

Bei tektonischen Betrachtungen des Gebirges wäre also eine Trennung der einzelnen Spuren dieser verschiedenen Krustenbewegungen anzustreben; dies ist aber nur möglich durch eine Berücksichtigung auch der morphologischen Verhältnisse. Nur durch ein Handinhandgehen morphologischer und tektonischer Untersuchungen können die so zahlreichen und überaus interessanten Probleme der Talbildung, wie sie sich hier im Osten der Alpen finden, einer Lösung zugeführt werden.

Literaturverzeichnis.

1 J. Sölch, Ein Beitrag zur Geomorphologie des steirischen Randgebirges. Vhdl. d. 18. D. G.-Tages z. Innsbruck 1912.
— Blockbildungen am Saume des steirischen Randgebirges. Vhdl. d. Versammlung deutscher Naturf. u. Aerzte. Wien 1913.

2 V. Hilber, Das Alter der steirischen Braunkohlen. M. d. Geol. Ges. Wien I, 1908.

3 — Das Tertiärgebiet um Hartberg in Steiermark und Pinkafeld in Ungarn. Jb. d. k. k. geol. R.-A. 1894 (siehe hier weitere Literaturangaben).

4 Fr. Bach, Das Alter des „Belvedereschotters". Zentralbl. f. Miner. usw., 1908, 13.
— Mastodontenreste aus der Steiermark. Mitt. d. Geol. Ges. Wien II, 1909.
— Mastodontenreste aus der Steiermark. Beitr. z. Pal. u. Geol. Oesterr.-Ung. u. d. Orients. Bd. XXIII, 1910.

5 V. Hilber, Die Wanderblöcke des alten Koralpengletschers auf der steirischen Seite. Jb. d. k. k. geol. R.-A. 1879.
— Wanderblöcke in Mittelsteiermark. Führer z. d. Exkurs. d. IX. internation. Geol.-Kongr. in Wien 1903.
— Die rätselhaften Blöcke usw. Mitteil. d. naturwiss. Ver. f. Steiermark 1913.

6 A. Penck u. E. Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter. III. Band. Leipzig 1909.

7 D. Stur, Geologische Uebersichtskarte des Herzogtums Steiermark. Graz 1865. — Geologie der Steiermark. Graz 1871 (siehe hier Verzeichnis der sämtlichen älteren Literatur).

8 R. Hörnes, Zur Geologie der Steiermark. Vh. d. k. k. geol R.-A. Wien 1878 (S. 304).
— Sarmatische Ablagerungen in der Umgebung von Graz. M. d. naturwiss. Ver. f. Steierm. Jg. 1878.

9 A. Aigner, Eiszeitstudien im Murgebiete. M. d. naturwiss. Ver. f. St. Jg. 1905.

10 V. Hilber, Das Tertiärgebiet um Graz, Köflach und Gleisdorf. Jb. d. k. k. geol. R.-A. 1893 (siehe hier ausführliches Literaturverzeichnis).

11 R. Hörnes, Bau und Bild der Ebenen Oesterreichs. Wien, Leipzig 1903.

12 — Die vorpontische Erosion. Sitz.-Ber. d. Wr. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Kl. Bd. CIX, 1. Abt.

13 Fr. Rolle, Die tertiären und diluvialen Ablagerungen in der Gegend zwischen Gratz, Köflach, Schwanberg und Ehrenhausen in Steiermark. Jb d. k. k. geol. R-A. 1856, VII. Bd

14 V. Hilber, Asymmetrische Täler. Petermanns Geogr. Mitt. 1886.
— Die Entstehung der Talungleichseitigkeit. Mitt. d. naturw. Ver. f. Steierm. Jg. 1889.

15 K. v. Terzaghi, Geologie der Umgebung von Flamberg im Sausal. Mitt. d. naturw. Ver. f. Steierm. Jg. 1907.
H. Leitmeier, Geologie der Umgebung von Kainberg im Sausal. Ebenda. 1907.
— Zur Geologie des Sausalgebirges in Steiermark Ebenda 1908.

16 V. Hilber, Taltreppe. Eine geologisch-geographische Darstellung. Graz 1912.

17 S. Passarge, Physiologische Morphologie. Hamburg 1912.

18 F. Ilwof und K. F. Peters, Graz, Geschichte und Topographie der Stadt und Umgebung. Graz 1875.

19 W. Schmidt, Die Kreidebildungen der Kainach. Jb. d. k. k. geol. R.-A. 1908.

20 Fr. Eigel, Das kristallinische Schiefergebirge der Umgebung von Pöllau. Graz 1895.

21 Fr. Heritsch, Studien über die Tektonik der paläozoischen Ablagerungen des Grazer Beckens. Mitt. d. naturwiss. Ver. f. Steierm. Jg. 1905.

22 K. J. Andrä, Bericht über die Ergebnisse geographischer Forschungen im Gebiete der Sektion IX der Generalquartiermeisterstabskarte von Steiermark und Illyrien. Jb. d. k. k. geol. R-A. 1854.

23 Fr. X. Schaffer, Das Alter des norischen Flusses. Mitt d. Geol. Ges. Wien 1911.

24 Th. Fuchs, Ueber Anzeichen einer Erosionsepoche zwischen Leithakalk und sarmatischen Schichten. Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Kl. CXI, 1902.

25 K. Oesterreich, Ein alpines Längstal zur Tertiärzeit. Jb. d. k. k. geol. R.-A. 1899.

26 E. Rotter, Bericht über die Exkursion des geographischen Seminars der Universität Wien auf die Raxalpe. Geogr. Jahresber. aus Oesterreich. VII, 1909.

27 G. Götzinger, Zur Frage des Alters der Oberflächenformen der östlichen Kalkhochalpen. Mitt. d. Geogr. Ges. Wien. 56, 1913.

28 H. Hassinger, Geomorphologische Untersuchungen aus dem Wiener Becken und seinem Randgebirge. Geogr. Abh. VIII/3 1905.

29 J. Cvijič, Entwicklungsgeschichte des Eisernen Tores. P.-Geogr. Mitt. Ergh. Nr. 160.

30 Fr. Toula, Ueber den Durchbruch der Donau durch das Banater Gebirge. Vortrag d. Ver. z. Verbr. naturw. Kenntn. in Wien. 35. Jg. Heft 9. Wien 1895.

31 Halaváts, Die geologischen Verhältnisse des Alfölds zwischen Donau und Theiß. Mitt. a. d. Jahrb. d. kgl. ung. Geol. Anst. Bd. XI, 1897.

32 N. Krebs, Länderkunde der Oesterreichischen Alpen. Stuttgart 1913.

33 A. Winkler, Versuch einer tektonischen Analyse des mittelsteirischen Tertiärgebietes und dessen Beziehungen zu den benachbarten Neogengebieten. Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1913.

— Untersuchungen zur Geologie und Paläontologie des steirischen Tertiärs. Studie über Verbreitung und Tektonik des Miozäns von Mittelsteiermark. Jb. d. k. k. geol. R.-A. Wien 1913, Bd. 63.

34 A. Winkler, Das Eruptivgebiet von Gleichenberg in Oststeiermark. Jb. d. k. k geol. R.-A. Wien 1913, Bd. 63.

35 A. Winkler, Ueber jungtertiäre Sedimentation und Tektonik am Ostrande der Zentralalpen. Mitt. d. Geolog. Ges. Wien VII, 1914.

36 H. Mohr, Bericht über die Verfolgung der geologischen Aufschlüsse längs der neuen Wechselbahn, insbesondere im großen Hartbergtunnel. Anzeiger d. kais. Akad. d. Wissensch., 23, 1909.

— Versuch einer tektonischen Auflösung des Nordostspornes der Zentralalpen. Denkschr. d. kais. Akad. d. Wissensch. Bd. I, XXXVIII.

— Geologie der Wechselbahn. Ebenda. Bd. I, XXXII.

37 F. X. Schaffer, Ueber Miozän im Bereiche der Alpen. Mitt. d. Geolog. Ges. Wien VIII, 1915.

38 Petrascheck, Montanistische Rundschau 1913, Nr. 8. Vortragsbericht.

39 F. F. Hahn, Grundzüge des Baues der nördlichen Kalkalpen. Mitt. d. Geolog. Gesellsch. Wien. VII. Bd. 1913.

Inhaltsübersicht.

Einige Seiten über Eduard Suess.

Ein Beitrag zur Geschichte der Geologie.

Von Dr. Emil Tietze.

Einleitung.

Der Geologe, der angefangen hat in den „Erinnerungen" von Eduard Suess zu blättern, welche dessen Sohn Erhard kürzlich dem Publikum übergeben hat [1]), wird dieses Buch nicht leicht, ohne es fertig gelesen zu haben, wieder aus der Hand legen, obschon diese Schrift, welche in der Hauptsache teils auf das Privatleben und den persönlichen Werdegang, teils auf die Wirksamkeit von Suess für das öffentliche Gemeinwohl sich bezieht, oder dessen Stellung als Politiker illustriert, in geologischer Hinsicht nur an einzelnen Stellen die Aufmerksamkeit des Fachmannes in Anspruch nimmt. Es ist eben Suess, der zu uns auch noch nach seinem Tode spricht und dessen Kraft und Kunst der Darstellung, wie sie der Lebende in Wort und Schrift so oft bekundet hat, den Leser auch diesmal wieder gefangen nimmt. Im Zusammenhange des in dieser Selbstbiographie Erzählten offenbart sich noch einmal die Bedeutung einer starken Persönlichkeit, die lange Zeit und weithin einen bestimmenden Einfluß ausgeübt und sich Geltung verschafft hat, und man versteht vieles, was vielleicht ohne die Kenntnis des Menschen für die Beurteilung des Gelehrten weniger klar erscheinen konnte.

Gern möchte man sich ganz und willenlos dem Zauber hingeben, der von dieser Persönlichkeit ausstrahlte und der auch in diesen Erinnerungen wieder lebendig wird. Eine vorurteilslose Darstellung, wie sie einem historischen Ueberblick über die Entwicklung wissenschaftlicher Ideen und Ergebnisse ziemt, darf sich aber wohl nicht ausschließlich von Stimmungen beherrschen lassen. Auch würde man schwerlich im Sinne eines für den Fortschritt der Wissenschaft begeistert gewesenen Gelehrten handeln, der in seinen Arbeiten so vielfach den Anschauungen anderer entgegengetreten ist, wollte man in allen Stücken auf eine Prüfung gerade der Ansichten verzichten, welche in eben jenen Arbeiten ausgesprochen und in blendend geistvoller Weise vertreten wurden, oder wollte man die Methoden, die dabei beobachtet wurden, unberücksichtigt lassen.

[1]) Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1916.

Je gewaltiger die Wirkung erscheint, die von einem solchen Gelehrten ausging, desto mehr erwächst überdies denjenigen, die jene Prüfung vorzunehmen in der Lage sind und denen die Sache über der Person steht, die Pflicht, mit einem objektiven Urteil nicht zurückzuhalten, und vielleicht wird jemandem, der schon bei Lebzeiten des verstorbenen Meisters in verschiedenen Fällen gewisse Bedenken gegen einige von dessen theoretischen Vorstellungen auszusprechen sich nicht gescheut und trotz alledem zu den Bewunderern seines Genius gezählt hat, am ehesten ein Anspruch auf den Versuch zugebilligt werden, jener Pflicht nachzukommen.

Dieser Versuch wird übrigens ungeachtet des Umfanges, den er erhalten muß, ein unvollständiger sein und muß sich in mancher Hinsicht auf die Betonung mehr oder weniger wesentlicher Umstände beschränken.

Es hat in den letzten Dezennien wohl nur wenige Forscher gegeben, die auf ihre Fachgenossen einen so weitgehenden Einfluß ausgeübt haben, wie der nunmehr schon seit einigen Jahren vom Schauplatz des Lebens abgetretene Altmeister Suess, und seit Leopold v. Buch, Elie de Beaumont und Sir Charles Lyell gab es jedenfalls keinen, der die Ideen der Geologen seines Zeitalters so mächtig in seinem Bann zu halten verstanden hätte, wenigstens soweit die große Mehrzahl der zeitgenössischen Fachgenossen in Betracht kommt.

Diesen Einfluß nach verschiedenen Richtungen zu schildern, seinen Ursachen jeweilig im einzelnen nachzugehen, die Gedanken des Meisters in ihrem Zusammenhange untereinander wie mit den Zeitströmungen zu untersuchen und schließlich die positiveren Ergebnisse der Bemühungen von Suess darzustellen, soweit diese Ergebnisse mit Wahrscheinlichkeit als dauernder Besitz der Wissenschaft gelten dürfen, dabei aber auch die unzweifelhaft großen Erfolge zu berücksichtigen, welche die mit seinem Fach zusammenhängende Betätigung von Suess für das öffentliche Wohl erzielt hat, das alles würde für einen Historiker dieses Faches unter Umständen Jahre der emsigsten und umsichtigsten Arbeit erfordern und vielleicht auch einen noch etwas größeren Zeitabstand von der zu schildernden Entwicklungsperiode der Geologie bedingen als er gegenwärtig erreicht ist. Man bekommt ja häufig erst in einer gewissen Entfernung von dem zu schildernden Gegenstande einen allgemeineren Ueberblick über denselben, und Aehnliches gilt vielleicht auch bei der Bewertung der von einer großen Persönlichkeit ausgegangenen Wirkungen, wenngleich man sich nicht verhehlen darf, daß bei allzu großem Abstande manche für das gesuchte Urteil wichtige Einzelheit undeutlich werden oder der Aufmerksamkeit ganz entgehen kann.

Jedenfalls verlangt ein solches Urteil einerseits eine gewisse Unabhängigkeit von den Stimmungen, welche den Geist der in Betracht kommenden Zeitepoche beherrschten, Stimmungen, wie sie nicht bloß in der Kunst und der schöngeistigen Literatur bezüglich der jeweiligen Empfänglichkeit des Publikums für diese oder jene Richtung, sondern bisweilen auch in der Wissenschaft sich spiegeln. Aber anderseits erfordert dieses Urteil auch, daß man von jenen Stimmungen

Kenntnis habe und nicht bloß unter dem möglicherweise stark veränderten Gesichtswinkel eines Epigonen Dinge und Personen betrachte. Wer kann heute voraussehen, in welcher Art die großen und erschütternden Weltereignisse, deren Zeugen wir jetzt sind, mit ihren tief in das Leben der Völker und der einzelnen einschneidenden Wirklichkeiten das Denken und Empfinden der nächsten Generation beeinflussen werden, und inwieweit diese Ereignisse beispielsweise das vordem ziemlich verbreitete Bedürfnis nach Sensation abstumpfen oder doch einen ganz anderen Maßstab für das Sensationelle schaffen werden als derjenige war, den man während der letzten Jahrzehnte im Leben, in der Literatur oder auch in der von jenem Bedürfnis nicht unberührt gebliebenen Wissenschaft, an die Dinge anzulegen pflegte.

Wer jedoch noch zu den Zeitgenossen des genialen Mannes gehört hat, mit dessen Arbeiten sich die folgenden Seiten beschäftigen sollen und wer sich deshalb noch in die Zeit von dessen Auftreten zurückversetzen kann, wird wenigstens vom Standpunkt eines Augenzeugen der zum Teil durch jene Arbeiten bedingten Entwicklungsphase der Forschung sowohl, als des damit zusammenhängenden Widerstreits der Meinungen als berufen gelten dürfen, jene Entwicklung etwas eingehender zu betrachten. Auf alle Fälle kann durch eine derartige Betrachtung heute schon einiges Material beigebracht werden für das Verständnis der Episode, welche in der Geschichte unserer Wissenschaft mit dem Namen Suess verknüpft ist. Möglicherweise werden aber diese Blätter auch für diejenigen von Nutzen sein, die später in dieser oder jener Richtung ihrer Studien von den Darlegungen des großen Autors auszugehen wünschen, der überall, auch dort, wo er unzweifelhaft geirrt hat, durch seinen Reichtum an Gedanken, wie durch die Zusammenstellung eines großen literarischen Apparats das Studium der wichtigsten Probleme unseres Fachs zu befruchten vermochte.

Nach dem eben Gesagten braucht kaum eingehender betont zu werden, daß es sich in den folgenden Seiten nicht um das handelt, was man im landläufigen Sinne einen Nekrolog nennt. Eine Biographie von Suess zu schreiben liegt auch nicht in meiner Absicht. Die am Eingang dieser Zeilen erwähnte Autobiographie von Suess, deren Aufzeichnungen, soweit sie bei diesem Werke benützt wurden, wie wir von dem Herausgeber erfahren, bis zum Jahre 1895 reichen, deren Schluß jedoch noch von dem Achtzigjährigen selbst redigiert wurde, enthebt heute jedermann von einem derartigen Versuche. Nur eine kurze Skizze jenes Gelehrtenlebens und der damit zusammenhängenden Umstände mag dem Uebrigen hier vorausgeschickt werden. Dazu veranlaßt mich weniger die Voraussetzung, daß es manchem, der die „Erinnerungen" oder andere hierher gehörige Behelfe nicht gerade zur Hand hat, lieb sein könnte, auch in dieser Schrift eine solche Skizze zu finden, als vielmehr die Erwägung, daß manche der speziell auf den Werdegang eines Gelehrten und die von diesem erreichte Stellung bezüglichen Tatsachen das Verständnis von dessen Auftreten

und dessen Arbeitsrichtungen unterstützen können. Dies gilt namentlich bei einem Gelehrten, der nicht bloß stark in den Gang seiner Wissenschaft eingegriffen hat, sondern der dabei auch im öffentlichen Leben eine bedeutsame Rolle gespielt hat, so daß wenigstens für einzelne Phasen der wissenschaftlichen Tätigkeit des Forschers mit dessen übrigen Lebensumständen ein bestimmter Zusammenhang bestand. Aber auch sonst fehlt es in dem gegebenen Falle an solchen Zusammenhängen nicht.

Eduard Suess wurde am 20. August 1831 zu London als der Sohn österreichischer Eltern geboren. Da er seine erste Kindheit in England verbrachte, erwarb er durch die Kenntnis der englischen Sprache von vornherein einen Vorteil, der ihm später bei seiner ausgedehnten Benützung der englischen und amerikanischen Fachschriften ganz wesentlich zu statten kam. Wahrscheinlich hat ihm der Umstand, daß er in dieser Weise von seiner ersten Jugend an, zumal er bald auch in das Französische eingeführt wurde, in mehreren Sprachen denken und sich ausdrücken lernte, abgesehen von einem angeborenen Talent für Sprachen, das spätere Eindringen auch in andere Sprachen sehr erleichtert und ihm dadurch die Beherrschung der geologischen Weltliteratur in einem Grade ermöglicht, der nicht wenig zu der seinen Arbeiten gespendeten Bewunderung beitrug.

Einer strengeren grammatikalischen Schulung scheint er indessen abhold gewesen zu sein [1]).

Da seine Eltern noch während seiner frühen Knabenzeit nach Oesterreich zurückgekehrt waren, so erhielt Suess auch hier seine eigentliche Schulbildung. Er machte seine Gymnasialstudien in Prag und teilweise auch in Wien, absolvierte indessen nur die sechs unteren Klassen des Gymnasiums einschießlich der damals so genannten zweiten Humanitätsklasse, ohne die beiden obersten Klassen zu besuchen, die zu jener Zeit in Oestereich eine gewisse Sonderstellung zwischen Gymnasium und Hochchule gehabt zu haben scheinen. So kam er schon als junger Mensch von 16 Jahren an das polytechnische Institut (die heutige technische Hochschule) in Wien, wo er, abgesehen von einer kurzen, durch den Besuch der Technik in Prag ausgefüllten Unterbrechung seine Ausbildung bis zum Jahre 1851 fortsetzte. In diese Zeit fällt seine (offenbar ziemlich harmlose) Beteiligung an den revolutionären Ereignissen des Jahres 1848, die für ihn sogar eine kurze Haft zur Folge hatten und die vielleicht bei ihm wie bei manchen anderen eine durch die Umstände höchst begreiflich erscheinende zeitweilige Abschwächung des Interesses für die offiziellen Unterrichtsgegenstände bewirkten. Er selbst teilt uns in den Erinnerungen pag. 22 mit, daß wenigstens der zweite Jahrgang dieses Unterrichtes, für welchen höhere Mathematik, Physik und deskriptive Geometrie vorgeschrieben waren und der in die Zeit vom Herbst 1847 bis zum Herbst 1848 fiel, „nicht den vorgeschriebenen Verlauf finden“ konnte.

---

[1]) Vgl. in den „Erinnerungen“ pag. 13 die Stelle, wo er von seinem Unterricht im Französischen spricht.

Anfänglich entsprach übrigens der Uebergang vom Gymnasium zum Polytechnikum, wie Suess (l. c. ibidem pag. 22) ebenfalls selbst hervorhebt, jedenfalls seinen Neigungen. „Die Erfahrung hatte mich," so schreibt er, „bereits den außerordentlichen Unterschied zwischen einem Unterrichte gelehrt, der sich nur an das Ohr wendet und jenem, der auch zum Auge spricht." Indessen auf die Dauer hat ihn, wie sich aus seinen weiteren Schilderungen ergibt, das technische Studium, wenigstens so, wie es damals betrieben wurde, doch nicht befriedigt. Am 4. Januar 1850 schrieb er[1]) an einen Onkel in Prag; „Wenn ich in meiner Kindheit schon die Leere des Gymnasiums empfand[2]), so fühlte ich dann um so schmerzlicher, daß die Technik bloß praktisches Brotstudium sei und daß selbst die vielgerühmte Mathematik wohl Scharfsinn und Erinnerung schärft, aber alles übrige kalt läßt." Er ahnte damals wohl nicht, daß er in späteren Zeiten an die Erörterung von Fragen herantreten würde, welchen die Berührung mit mathematischen und physikalischen Vorstellungen nicht fremd bleiben durfte.

Wir erfahren aus den „Erinnerungen", wie Suess während seiner an den technischen Hochschulen zugebrachten Studienzeit mehr und mehr zur Geologie und speziell zur Paläontologie sich hingezogen fühlte und wie insbesondere die Sammlung silurischer Versteinerungen im böhmischen Museum in Prag ihn lebhaft interessierte. „Der Anblick der Reste einer längst vergangenen Meeresbevölkerung" schreibt er (l. c. pag. 71) ergriff seine Phantasie so völlig, daß die Aufmerksamkeit für andere Studien kaum festzuhalten war." Während seines Aufenthalts an der Wiener Technik waren es wieder die „konchylienreichen Meeresablagerungen" der Umgebung von Oesterreichs Hauptstadt, die sein Interesse erregten.

Suess wurde mit Haidinger bekannt, der ja bekanntlich in der Gesellschaft der Freunde der Naturwissenschaften um jene Zeit einen junge und strebsame Kräfte anziehenden Mittelpunkt für naturwissenschaftliche Bestrebungen geschaffen hatte und der auch an der Spitze der neu gegründeten geologischen Reichsanstalt stand[3]). Der junge Techniker beschäftigte sich, angeregt durch solche Beziehungen, mehr und mehr mit paläontologischen Studien und fand auch

[1]) Siehe Erinnerungen pag. 43.

[2]) Freunde des humanistischen Gymnasiums können es bedauerlich finden, daß Suess den Wert dieses Bildungsmittels und dessen Bedeutung für die Schulung des Geistes so wenig anzuerkennen geneigt war. Man braucht ja nicht zu bestreiten, daß auch aus anderen Bildungsanstalten tüchtige Männer hervorgegangen sind, und daß schließlich die persönliche Veranlagung des Einzelnen über die Mängel dieser oder jener Erziehungsmethode zu triumphieren vermag; daß aber selbst manchem hervorragenden Talent jene Disziplienierung des Denkens förderlich gewesen wäre, welche das Gymnasium anstrebt, dafür würden sich wohl Beispiele beibringen lassen.

[3]) In dem Schreiben, mit welchem Suess, die ihm zu seinem 80. Geburtstag übermittelte Glückwunschadresse der Reichsanstalt beantwortete, gedachte er „mit innigstem Danke" Haidingers und F. v. Hauers, welche ihm, wie er sagte, seine Bahn eröffneten. (Vgl. Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1911, pag. 249—250.) Er betont dort auch, daß er eine Zeit lang als Volontär an den Arbeiten der Anstalt teilnahm.

Zutritt in das damalige Hofmineralienkabinett, wo ihm bald die Ordnung der fossilen Brachiopoden übertragen wurde. Er sah ein (Erinnerungen pag. 90), daß an der Technik für ihn „von einem geregelten Studium nicht mehr die Rede sein konnte".

Das Schicksal ermöglichte ihm relativ bald eine, wenn anfänglich auch noch bescheidene, offizielle Stellung zu erreichen, indem er 1854 zum Assistenten an dem Hofmineralienkabinett ernannt wurde. Schwierigkeiten fand dagegen seine Absicht, sich an der Wiener Universität als Dozent zu habilitieren, und zwar weil, wie oben angedeutet, sein Bildungsgang ein unregelmäßiger war und den Anforderungen nicht entsprach, welche die Hochschule speziell an die Erlangung einer Dozentur stellt.

Geringere Hindernisse formaler Natur standen indessen einer Ernennung des strebsamen jungen Gelehrten zum Professor entgegen, wodurch das Bedenken bei der Habilitation umgangen werden konnte. Dank der Unterstützung, welche Suess in dieser Hinsicht bei dem damaligen Unterrichtsminister, dem Grafen Leo Thun, fand, erfolgte demgemäß bereits im Jahre 1856 seine Ernennung zum außerordentlichen Professor der Paläontologie an der Wiener Universität. Paläontologisch waren ja im wesentlichen auch die ersten wichtigeren Arbeiten von Suess[1]).

Eine Lehrkanzel speziell für Geologie bestand zu jener Zeit weder in Wien noch sonst in Oesterreich. Was über Geologie vorgetragen wurde, war mit den Vorlesungen über Mineralogie verbunden. Es gehört daher zu den Verdiensten der leitenden Männer unserer damals selbst noch sehr jungen geologischen Reichsanstalt, die Errichtung einer solchen selbständigen Lehrkanzel für Geologie, wenigstens zunächst in Wien, mehrfach angeregt und befürwortet zu haben. Diese Bestrebungen hatten dann schließlich den Erfolg, daß Suess Ende 1861 auch zum außerordentlichen Professor der Geologie an der Wiener Universität ernannt wurde. Das Ordinariat dieser Lehrkanzel erhielt er am 11. Mai 1867 und diese Stelle hat er dann in ruhmreicher Weise bis zu seinem 1901 erfolgten Rücktritt vom Lehramt bekleidet. In ruhmreicher und für die Ausbreitung seiner Ideen erfolgreichen Weise!

Gelegentlich der Vollendung seines 75. Lebensjahres hat einer seiner anhänglichsten ehemaligen Schüler, Professor Th. Fuchs, in der Wiener „Neuen Freien Presse" vom 19. August 1906 einen Aufsatz zu Ehren seines alten Meisters veröffentlicht, worin er auch die Art der Lehrtätigkeit desselben berührte. Er sagte dort unter anderem[2]): „Ebenso eigenartig wie als Forscher war Suess auch als Lehrer. Die landläufige elementare Geologie zu lehren konnte er sich allerdings nie recht entschließen. Er las fast immer über Materien,

---

[1]) Suess hat in seinen Erinnerungen dem Andenken des Grafen Leo Thun in dankbarer Weise gehuldigt. Als der letztere starb, war Suess gerade Rektor der Universität, zu welcher ihm von dem Verstorbenen der Weg geöffnet worden war, und ein eigentümlicher Zufall fügte es, daß gerade er mit der Kette des Rektors geschmückt dem Leichenbegängnisse des ehemaligen Ministers anwohnen konnte.

[2]) Pag. 15 des Separatabdruckes aus der genannten Zeitung.

die ihn selbst gerade beschäftigten . . . . . Es ist zwar wahr, daß bei diesem Vorgehen die Anfänger nicht immer auf ihre Rechnung kamen, aber um so mächtiger war sein Einfluß auf die reiferen und vorgeschritteneren Hörer.“ Und weiter heißt es: „Was Suess in seinen Vorlesungen vorgebracht, war stets juveniles Erzeugnis seines Geistes, von jener Atmosphäre der Frische durchweht, die den Geist in seiner Tiefe belebt, wie ozonreiche Luft. Dies war auch die Quelle jenes eigentümlichen Zaubers, den seine Vorlesungen auf alle Hörer ausübten, eines Zaubers, dem sich auch seine Gegner und Widersacher niemals entziehen konnten.“

Schon 1860 wurde Suess zum korrespondierenden Mitgliede der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien erwählt und 1867 wurde er unter die wirklichen Mitglieder dieser Körperschaft aufgenommen. 1885 erfolgte seine Wahl zum Sekretär der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse, 1890 zum Generalsekretärstellvertreter, 1891 zum Generalsekretär der Akademie, deren Vizepräsident er 1893 und deren Präsident er 1894 wurde. Letztere einflußreiche Stelle hat er dann bis vor wenigen Jahren bekleidet. In seiner Hand bedeutete der Vorsitz in der inzwischen durch Stiftungen reicher gewordenen Akademie nicht bloß eine Würde, sondern eine Macht und er war sich dessen auch bewußt.

Mit Dankbarkeit gedenken die Mitglieder dieser hohen Körperschaft seines Wirkens in derselben und für dieselbe. Vielfach wird dabei auch seine intensive Beteiligung an dem Zustandekommen eines Weltkartells der Akademien hervorgehoben, wie das auch in der Rede geschah, die Herr v. Böhm Bawerk gelegentlich der zu Ehren unseres verstorbenen Altmeisters von der Wiener geologischen Gesellschaft veranstalteten Gedächtnisfeier [1]) gehalten hat. „Ein besonderes Ruhmesblatt auf dem Gebiet wissenschaftlicher Organisation“, sagt dieser Redner, „füllt die Tätigkeit, die Eduard Suess für die Verwirklichung des schönen Gedankens eines internationalen Zusammenschlusses der wissenschaftlichen Bestrebungen der ganzen Kulturwelt entwickelte“. Dieser Gedanke sei zuerst in einem engeren Kreise durch das Kartell der deutschen Akademien verwirklicht worden und habe dann die „Krönung durch den Weltbund der internationalen Assoziation der Akademien“ erhalten. Es sei „ein schöner Tag der Erfüllung und zugleich ein Bild von symbolischer Bedeutung gewesen, als die junge Assoziation ihre erste Tagung in Wien abhielt“, wobei Suess den Vorsitz über einen Areopag der größten Gelehrten des ganzen Erdballs geführt habe.

Es besteht gewiß kein Zweifel, daß die wissenschaftliche Arbeit internationaler ist und auch sein kann, als irgendwelche andere Bestrebungen, die nie einen gewissen Zusammenhang mit den jeweiligen Interessen einzelner Länder oder mit sonstigen bestimmten Gruppen von Interessenten verleugnen können, und ebenso zweifellos ist, daß das Zusammenwirken wissenschaftlicher Körperschaften für gewisse

---

[1]) Vgl. den Bericht über die Gedenkfeier in den Mitt. der genannten Ges., VII. Bd. 1913, pag. 4—8. (Der genannte Redner war der Nachfolger von Suess in der Präsidentschaft der Akademie.)

Fälle außerordentlich nutzbringend zu werden vermag. Ob dazu jedoch ein dauernder Verband in der Form eines Kartells gehört, bleibt wohl eine offene Frage. Keinesfalls sind die Gefahren zu unterschätzen, welche solche Kartelle für die freie Entwicklung der Forschung ebenso mit sich bringen können, wie die Trustverbände, Kartelle und sogenannten Ringe in der Großindustrie für die Freiheit der industriellen und kommerziellen Bewegung.

Gelehrte sind keine übernatürlichen Wesen ohne Ehrgeiz oder Selbstliebe und deshalb auch nicht immer frei von dem Bedürfnis, die ihren Meinungen entgegengesetzten Ansichten als eine Art von Häresie zu betrachten. Enthalten nun jene Meinungen zufällig Irrtümer, was ja niemals ausgeschlossen ist, und bleiben derartige Irrtümer der Verantwortung und Vertretung der einzelnen oder selbst einzelner Körperschaften überlassen, so läßt sich das meistens ertragen, weil es dann immer verschiedene Stellen geben wird, an denen ein unabhängiges Urteil zum Ausdruck gelangen kann. Steht aber hinter diesen Meinungen die Autorität und die Macht eines solchen Areopags, wie er durch die genannte Assoziation vorgestellt wird, so kann man gewisse Befürchtungen nicht ganz unterdrücken. Kartellierte Irrtümer sind besonders bedenklich.

Es ist das Schicksal wohl der meisten menschlichen Bestrebungen, daß sie verschieden beurteilt werden, weil sie von verschiedenen Seiten betrachtet werden können. Jedenfalls ist aber das Ziel, welches speziell Suess in dem gegebenen Falle verfolgte, ein ideales gewesen. Wie sich später diese oder jene menschliche Einrichtung auswächst, hängt von allerlei Umständen ab, die sich nicht sämtlich voraussehen lassen. Im gegenwärtigen Augenblick hat der Weltkrieg allerdings die Kulturgemeinschaft der zivilisierten Nationen gestört. Da aber an der Hoffnung festgehalten werden muß, daß wenigstens die Jünger der Wissenschaft nach dem Frieden (unbeschadet der Verpflichtungen, die sie ihrem jeweiligen Vaterlande gegenüber haben) wieder zu einer gegenseitigen Annäherung gelangen, so werden ja wohl früher oder später manche jetzt zerrissene Fäden wieder zusammengeknüpft werden, sei es in der Form solcher Assoziationen, wie sie eben erwähnt wurden, sei es in der Form internationaler Fachkongresse, wie sie schon seit geraumer Zeit den direkten Verkehr der Gelehrten untereinander ermöglichten, und zwar, um ein heute im politischen Leben beliebtes Schlagwort anzuwenden, auf einer mehr demokratischen Grundlage als das Kartell der Akademien[1]).

[1]) Die Organisation der Akademien bringt es mit sich, daß jeder daselbst zugelassene Wissenschaftszweig nur durch sehr wenige, allerdings erlesene Fachleute vertreten wird, auf deren Urteil bei der Stellungnahme zu irgendwelchen mit jenen Wissenschaftszweigen zusammenhängenden fachlichen oder persönlichen Fragen die große Mehrzahl der übrigen Mitglieder angewiesen ist. Bei manchen Veranlassungen kann dann in einem Kartell solcher Köperschaften, die sich sonst unabhängig voneinander verhalten hätten, das Vorgehen einer derselben für alle übrigen maßgebend sein.

Daß die Präponderanz des Einflusses einzelner Gelehrter (wie sie in dieser Weise noch mehr als es bisher möglich war, gefördert werden kann) mitunter ein Hindernis für das Durchdringen selbständiger Meinungen zu werden vermag und daß dies selbst in bezug auf Gelehrte gesagt werden darf, die sicher einen

Wir wollon indessen den Erfolg nicht schmälern, den Suess durch das Zustandebringen dieser Einrichtung gehabt hat, und hoffen, daß die letztere in einer Zukunft, die glücklicher ist als die Gegenwart, noch Großes vollbringen wird. Jedenfalls gehört dieser Erfolg zu den Beweisen, daß unser Altmeister es verstand, auf Menschen und Dinge einen sehr wirksamen Einfluß auszuüben.

Auch im breiteren öffentlichen Leben und als Politiker hat Suess bekanntlich längere Zeit eine große Rolle gespielt. Das Ansehen, welches er auch außerhalb der Fachkreise genoß, hing vielfach mit diesem Umstande zusammen, der seinen Namen in den weitesten Kreisen des Publikums bekannt machte und ihm die wertvollen Sympathien der gelesensten Organe der Presse verschaffte.

In dieser Beziehung besteht eine gewisse Parallele zwischen ihm und Rudolf Virchov. Bei beiden hervorragenden Gelehrten hat ihr wissenschaftlicher Ruf deren politische Bedeutung gefördert und umgekehrt ist jener Ruf auch den der Wissenschaft ferner Stehenden durch ihr Hervortreten als Politiker in wirksamster Weise zum Bewußtsein gekommen. Die große Rednergabe, welche beide auszeichnete und welche namentlich den von Eduard Suess gehaltenen Reden bei Hörern und Lesern Geltung verschaffte, hat übrigens wesentlich zu den betreffenden Erfolgen beigetragen. Man hörte Suess immer gern zu, gleichviel, ob man mit seinem Standpunkte einverstanden war oder nicht, und so erklärt es sich, daß er zu den Führern seiner Partei (der liberalen) gehörte, zumal er durch Uebernahme wichtiger Referate nicht bloß sein Rednertalent, sondern auch seine Arbeitskraft der Partei zur Verfügung stellte.

---

legitimen Anspruch auf Bedeutung hatten, dafür gibt es ja Beispiele, wobei man nur Namen wie Cuvier und Beaumont zu nennen braucht. Das hat aber unter anderen seinerzeit auch Suess als Uebelstand empfunden, der es noch in seinen letzten Verlautbarungen wiederholt beklagt hat, daß der einst namentlich unter den deutschen Geologen dominierende Einfluß Leopold v. Buchs lange Zeit die Geltung der Schrumpfungstheorie hintangehalten hat, so daß die Unterdrückung der betreffenden Ansichten erst mit dem Tode von Buch geendigt habe. (Vgl. hierzu die später noch näher zu erwähnende Abschiedsvorlesung von Suess, 1901, pag. 3 und dessen Aufsatz über die gebirgsbildende Kraft in den Mitt. der Wiener geol. Ges. 1913, pag. 14.)

Ich kann mir nicht vorstellen, daß den Bestrebungen einzelner von Selbstbewußtsein erfüllter Gelehrten, sofern sie über ein natürliches Maß hinausgehen (bedeutenden Männern wird ja stets ein Vorrang eingeräumt werden), in anderer Weise ein Damm entgegengesetzt werden kann als durch das Bestehen von einander tunlichst unabhängigen Körperschaften und Institute. Dadurch wird wenigstens die freie Konkurrenz der wissenschaftlichen Arbeit am besten gesichert, während die Alleinherrschaft einzelner Körperschaften leicht sozusagen zu schutzzöllnerischen Regungen führt. Für diesen Gedanken, der mir durch manche Erfahrungen nahegelegt wurde, bin ich wiederholt eingetreten, und deshalb habe ich auch die vor einigen Jahren von dem Deutschen Kaiser vertretene Idee der Errichtung selbständiger, vom Universitätsbetriebe getrennter Forschungsinstitute mit besonderer Freude begrüßt. Die Gesichtspunkte, die mir dabei beherzigenswert schienen, habe ich mir erlaubt in einer besonderen Auseinandersetzung zu besprechen, welche dem Schlusse meines Jahresberichtes für 1911 angefügt ist. (Siehe Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1912, pag. 60—74) und auf die näher zurückzukommen uns hier zu weit führen würde. In jedem Falle schien mir der „Großbetrieb der Wissenschaft", welches Schlagwort man ja neuerdings bisweilen zu hören bekommt, zu viel Fabriksmäßiges an sich zu haben.

In seinen Erinnerungen (pag. 274) erzählt er uns von einem Gespräch mit dem Kaiser Don Pedro von Brasilien, der vorübergehend im Jahre 1874 sich in Wien aufhielt und damals auch verschiedenen wissenschaftlichen Instituten seinen Besuch abstattete. Der Kaiser machte ihm Vorwürfe darüber, daß er sich mit Politik beschäftige. Als Gelehrter könne man für die Menschheit und für sein Land nützlicher wirken als durch politische Bestrebungen. Suess erwiderte, die Politik habe ihn erst den ganzen Wert der Wissenschaft als eines Asyls kennen gelehrt. Er sei übrigens durch äußere Umstände in das öffentliche Leben gezogen worden. Er hätte auch sagen können, daß er durch seine Veranlagung zum Hervortreten in der Oeffentlichkeit bestimmt war. Man kann einem durch seinen hohen Flug weithin sichtbaren Falken nicht zureden, sich in einen Maulwurf zu verwandeln, der sein Wesen im Verborgenen treibt. Jedenfalls können die älteren Zeitgenossen von Suess in dem geistigen Bilde, welches sie von dessen Tätigkeit und von dessen Erfolgen bewahrt haben, den Gelehrten nicht leicht vom Politiker trennen.

Der Umstand, daß ein großer Teil der „Erinnerungen“ der Darstellung der politischen Vorgänge gewidmet ist, an denen Suess direkt oder indirekt beteiligt war, beweist übrigens deutlich, daß er selbst noch in seinem Alter auf die Bedeutung dieser Beteiligung Wert gelegt hat.

Wir dürfen hier übrigens einen wichtigen Punkt nicht übersehen. Suess war als Politiker nicht bloß Parteimann und er redete auch nicht bloß in der Oeffentlichkeit, sondern er handelte auch für dieselbe. Er mag nicht unempfänglich gewesen sein für das Ansehen, welches ihm seine Position in den öffentlichen Vertretungskörpern verschaffte, wenn er es auch für gut fand, staatliche Auszeichnungen abzulehnen, aber er zeigte auch nach Maßgabe seiner Ueberzeugungen ein echtes Interesse für das öffentliche Wohl und er mag sich dadurch sehr von solchen Politikern unterschieden haben, welche bisweilen ihren Einfluß zur Erreichung persönlicher Vorteile benützen oder über den Parteimann den Menschen vergessen. In dieser Beziehung scheint er sogar von andern Politikern nicht immer die beste Meinung gehabt zu haben.

Ich kann mir nicht versagen, hier eine Stelle aus den Erinnerungen anzuführen, die vielleicht geeignet ist, das Verhältnis von Suess zur Polittk, so wie er selbst es in bezug auf seine Eigenschaft als Geologe sich gedacht hat, zu kennzeichnen. Er schreibt (l. c. pag. 125): „Der Aufschwung der Geologie seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts ist nicht nur durch die fesselnde Größe ihrer Aufgaben und nicht nur in ihrer praktischen Nützlichkeit begründet. Die unmittelbare Berührung mit der offenen Natur kommt sicher auch in Betracht. Sie zieht den Schüler an. Weite Wanderungen und mancherlei Entbehrung stählen ihn physisch. Je genauer er dabei sein Vaterland betrachtet und je tiefer er auf abgelegenen Wegen auch die entfernteren Schichten seiner Nation kennen lernt, um so inniger liebt er beide: Wenn es ihm aber vergönnt ist, auch in das Seelenleben einer anderen Nation hinabzublicken, wenn er dort die gleichen Regungen, dieselben Quellen von Schmerz und Freude, die gleiche Wertschätzung des Edlen und die gleiche Meidung des Niedrigen

antrifft, dann erwacht in ihm neben dem Patriotismus die gleiche Liebe zur Menschheit, die dem Berufspolitiker ein Greuel ist, aber im Grunde jeder gesunden Menschenseele und trotz des Sträubens des Politikers auch in der seinigen keimt oder doch zu keimen vermöchte."

Dieser Sinn für das öffentliche Wohl, der, wie man sieht, zugleich einen kosmopolitischen Zug hatte, ist es auch gewesen, der Suess den Eingang in das politische Leben eröffnet hat. Die einst recht ungünstigen Gesundheitsverhältnisse von Wien veranlaßten ihn, sein Wissen und Können als Geologe in den Dienst der Bestrebungen zu stellen, welche auf eine Besserung dieser Verhältnisse abzielten. Er befaßte sich deshalb mit dem Boden von Wien und die Agitation, die er im Anschluß an diese Studien betrieb, machte ihn in der Oeffentlichkeit bekannt. So verdankt man seiner Initiative den Bau der ersten Wiener Hochquellenleitung, etwas später die Regulierung des Donaustromes bei Wien, und so kam es, daß er zunächst in den Wiener Gemeinderat, später auch in andere Vertretungskörper gewwählt wurde.

Dem Gemeinderat der Stadt Wien gehörte Suess zuerst vom Jahre 1862 bis zum Jahre 1873 (in welchem die Hochquellenleitung vollendet wurde) an, dann noch einmal in der Zeit von 1882 bis 1886. Seine fruchtbringende Tätigkeit in dieser Körperschaft, welche zu seiner schon im Jahre 1874 (namentlich im Hinblick auf die Schöpfung der Wasserleitung) erfolgten Ernennung zum Ehrenbürger Wiens Veranlassung bot, bereitete in der öffentlichen Meinung zunächst seine 1865 erfolgte Wahl in den Landtag und sodann auch seine Wahl in das Parlament vor, in welches er 1873 als Abgeordneter seines Wohnbezirkes eintrat. Dort hat er eine Reihe von Jahren hindurch als einflußreiches Mitglied der liberalen Partei gewirkt, zu deren besten Rednern er gehörte. Durch diese Wirksamkeit, zu der unter anderem sein Eingreifen in Schulfragen gehörte, hat er sich bei einem großen Teil der Oeffentlichkeit, wie wir früher schon angedeutet, besonders aber bei der Presse, durch längere Zeit weitere Beliebtheit erworben, bis veränderte politische Strömungen ihn bewogen, diese Stellung aufzugeben und sich einer Neuwahl für das Abgeordnetenhaus nicht mehr zu unterziehen.

Hie und da hat er dann wohl noch seinen politischen Ueberzeugungen gelegentlich Ausdruck gegeben, aber er war nicht mehr zu bewegen, aktiv in das betreffende Getriebe einzugreifen und zog sich mehr und mehr auf das Feld der Wissenschaft zurück, wo er sich einer treuen Anhängerschaft und unverminderter Anerkennung bei einer großen Zahl der Fachgenossen und sonstiger Gelehrter sicher fühlte und wo er auf die ungeschwächte Fortdauer seines Einflusses rechnen konnte.

Vielleicht verdankt man es gerade jenem Rückzuge vom breiteren öffentlichen Leben, daß Suess sein groß angelegtes Hauptwerk über das Antlitz der Erde noch vor seinem Ableben vollenden konnte.

Er starb zu Wien am 26. April 1914 und seine Leiche wurde auf dem Friedhofe von Marz (Marcz Falva) in Ungarn bestattet.

Er hatte in dem genannten Dorfe eine Besitzung, auf die er sich gern mit seinen Familienangehörigen zurückzog, um ländliche Stille zu genießen. Hier wünschte er auch seine Ruhe nach dem Tode zu finden. Es ist vielleicht angezeigt, dies anzumerken, denn derartig entlegene Grabstätten berühmter Forscher geraten leicht in Vergessenheit. So ruht Suess jetzt in ungarischer Erde am östlichen Abhange des Rosaliengebirges, während auf der entgegengesetzten niederösterreichischen Seite dieses Gebirges, auf dem Friedhofe von Lanzenkirchen bei Frohsdorf sich das Grab des ihm im Tode lange vorangegangenen Barrande[1]) befindet, des ersten Gegners, der, wie wir sogleich sehen werden, seinen wissenschaftlichen Aufstieg kreuzte.

Die ersten Publikationen und die paläontologischen Studien von Suess.

Wie aus den einleitenden Worten dieser Schrift entnommen werden kann, handelt es sich hier um mehr als ein bloßes Epitaph, wie man es vielleicht unmittelbar nach jemandes Tode auf dessen Grabstein anbringt.

Die Besprechung der wissenschaftlichen Tätigkeit des großen Autors, bei der wir nun angelangt sind, erfordert nichtsdestoweniger, daß wir uns, wie ebenfalls schon angedeutet wurde, manche Einschränkungen auferlegen und nicht alles gleich eingehend behandeln, denn die Arbeitsleistung, welche mit jener Tätigkeit verbunden gewesen ist, war nicht nur eine überaus große, sondern auch eine sehr mannigfaltige und bekanntlich keineswegs auf die tektonischen Studien beschränkt, wie sie den Autor des „Antlitz“ in der späteren Zeit seines Lebens so lebhaft beschäftigten.

Von seiner Wirksamkeit als Lehrer, die hauptsächlich für vorgeschrittenere Schüler berechnet war und welche unter diesem Gesichtspunkt allseitig als eine glänzende gerühmt wird, ist oben (pag. 6 der jetzigen Darstellung) schon kurz gesprochen worden. Selbstverständlich bleiben auch die Reden politischen Inhalts, durch welche der seinerzeit berühmte Parlamentarier die Zuhörer wie die Zeitungsleser zu fesseln verstand, hier außer Betracht. Wir begrenzen unsere Besprechung vornehmlich auf die fachlichen Veröffentlichungen des Meisters.

Dieselben erstrecken sich fast über alle Gebiete der Geologie und ihrer Hilfswissenschaften, wenn wir von speziell mineralogischen oder petrographischen Studien absehen wollen. In der ersten Zeit waren es vornehmlich paläontologische Untersuchungen, die Suess unternahm, wie das seinem Entwicklungsgange, dem Interesse, wel-

---

[1]) Die großen Verdienste, welche sich Barrande um die Kenntnis des Silurs in Böhmen durch seine monumentalen Werke über diese Formation erworben hat, sind zwar durch eine Gedenktafel an einem Felsen in Prag anerkannt worden. Seine letzte Ruhestätte dürfte indessen heute nur mehr wenigen bekannt und selbst bei einem Teil der böhmischen Gelehrten in Vergessenheit geraten sein.

ches er in seinen Jugendjahren den Versteinerungen entgegengebracht hatte und auch seinen ersten amtlichen Verpflichtungen entsprach; daran knüpften sich bald Arbeiten stratigraphischer Art und im Zusammenhange mit diesen standen Studien, die der angewandten Wissenschaft galten. Daneben begann frühzeitig, wie wir sehen werden, die Beschäftigung mit allgemeineren Fragen, die schließlich zur Behandlung der kühnsten Probleme führen sollte, unter denen diejenigen der Tektonik den ersten Platz einnehmen.

Suess hatte als Lehrer die Neigung, seine Schüler zu frühzeitigen Publikationen zu ermuntern. Das mag manches für und manches gegen sich gehabt haben. Jedenfalls ist er damit dem Beispiel seiner eigenen Vergangenheit treu geblieben. Wie er mir gelegentlich seines 80. Geburtstages schrieb [1]), erschien seine erste Veröffentlichung etwa im Jahre 1850 [2]). Sie erschien anonym, war als Beitrag für einen Fremdenführer für Karlsbader Kurgäste bestimmt und hat mit diesem mehrere Auflagen erlebt. Suess spricht davon auch in seinen Erinnerungen (l. c. pag. 74) und erwähnt, daß er gelegentlich eines Aufenthaltes in Karlsbad, in dessen Umgebung er emsig Exkursionen machte, von einer dortigen Buchhandlung aufgefordert wurde, den geognostischen Abschnitt für das betreffende Büchlein zu verfassen.

Ein kleinerer Aufsatz, welcher in den von Haidinger herausgegebenen Mitteilungen der „Freunde der Naturwissenschaften" erschien (Wien 1851, 7. Bd., pag. 124—125), zeigt meines Wissens zum ersten Mal den Namen Suess als den eines Autors. Er bezieht sich auf die im Folgenden genannte größere Publikation. Diese Publikation war jedenfalls eine paläontologische. Im 4. Bande der Abhandlungen des eben genannten Vereines (1851) erschien dieselbe und behandelte die böhmischen Graptolithen. Sie brachte den damals 20jährigen Autor in den oben angedeuteten Konflikt mit Joachim Barrande.

Während seines Aufenthaltes in Prag hatte sich Suess nicht nur den früher (pag. 5 dieser Darstellung) erwähnten Musealstudien hingegeben, sondern auch sich selbständig vielfach mit dem Sammeln von Versteinerungen in der Umgebung dieser Stadt beschäftigt, wo der französische Gelehrte, der mit dem bourbonischen Kronprätendenten, Grafen Chambord, nach Oesterreich gekommen war, sein Hauptquartier aufgeschlagen hatte und seine klassisch gewordenen Arbeiten über das système silurien du centre de la Bohême schrieb. „In meiner jugendlichen Naivetät," sagt Suess in den Erinnerungen (pag. 74—75), „hatte ich mir nicht träumen lassen, daß es ein Ersitzen von Rechten auf die Erforschung eines Gebietes geben könne", und so brachte er denn die obgenannte Arbeit zur Veröffentlichung, nachdem er übrigens (auf den betreffenden Sachverhalt aufmerksam gemacht) mit Barrande korrespondiert und noch in den Korrekturbögen die Barrande'schen Bezeichnungen der Graptolithen in seine Schrift aufgenommen hatte. Damit glaubte er auch die Prioritätsansprüche des älteren Forschers anerkannt zu haben.

---

[1]) Vgl. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1911, pag. 249.

[2]) Er hat in den „Erinnerungen" den Winter 1850/51 als die Zeit des Erscheinens dieser Schrift angegeben.

Das ersparte ihm aber nicht eine scharfe und sehr abfällige Kritik von seiten des Prager Gelehrten und so „vollzog sich“, wie er in den Erinnerungen schreibt, sein „Eintritt in die wissenschaftliche Literatur bei schlechtem Wetter“.

Der Schlußabsatz dieser in unserem Jahrbuch 1852 (pag. 139 bis 155) abgedruckten Kritik [1]) lautet: „Wenn Herr Suess es bedauern sollte, durch eine inhaltslose Arbeit sein erstes Auftreten in der Wissenschaft bezeichnet zu haben, statt eine bessere Inauguralthesis zu liefern, wie ich ihm gewünscht hätte, so würde ich mich herzlich gern so lobenswerten Gefühlen anschließen. Ich bin überzeugt, daß dieser junge Paläontologe, welcher durch das hohe und sehr ehrenvolle Vertrauen des Herrn Haidinger berufen wurde, einen ebenso gewichtigen als schwierigen Anteil an den Arbeiten der kaiserlichen geologischen Reichsanstalt zu nehmen mir (ich will nicht sagen in kurzer Zeit) Gelegenheit geben wird, die ich sehr gern ergreifen will, ihm meine Achtung zu bezeigen für seinen Eifer in der Wissenschaft, sein beharrliches Forschen und wie ich hoffe für die wichtigen Entdeckungen, welche die Früchte seiner Beobachtungen und Studien sein werden.“

Das klingt heute allerdings seltsam.

Mancher schwächere Charakter hätte sich übrigens durch eine derartige, von damals hoch autoritativer Seite ausgehende Kritik von der Fortsetzung seiner Bestrebungen abschrecken lassen. Es zeigte sich aber, daß Suess voll Vertrauen in seine Zukunft war und daß er zu denen gehörte, welche sich gegen die Autorität anderer durchzusetzen wissen, weil sie selbst in sich die Fähigkeit fühlen, Autorität und Geltung zu erlangen. Jedenfalls hat indessen auch Haidinger, dessen großes Verdienst es war, alle aufstrebenden Talente in seiner Umgebung zu fördern, der Entmutigung seines Schützlings vorgebeugt [2]).

Wenige Jahre später finden wir Suess bereits in einem anderen Verhältnis zu Barrande [3]). Es war die Zeit, in welcher die Frage der sogenannten Kolonien im böhmischen Silur im Vordergrunde des Interesses stand und in welcher Barrande den von ihm als Kolonien bezeichneten Schichtkomplexen Namen gab, die teilweise an Personen erinnern sollten, die sich seinen Anschauungen gegenüber ablehnend oder zweifelnd verhalten hatten, weshalb man diese Ko-

---

[1]) Barrande begnügte sich übrigens nicht mit diesem Aufsatz, sondern veröffentlichte daneben noch einen längeren Artikel im neuen Jahrbuch für Mineralogie (1852, pag. 399—419), welcher gleichfalls seine Prioritätsrechte gegen Suess zu wahren bestimmt war. Vgl. zu dieser Polemik auch Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1851, pag. 164 sowie 1852, pag. 195 u. 198.

[2]) Schon aus einer Anmerkung zu der Barrande'schen Kritik, welche Haidinger dem betreffenden Aufsatz anfügte, geht hervor, daß der letztere mit der Schärfe jener Kritik nicht einverstanden war.

[3]) Vgl. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1859, pag. 479 und 481, sowie den Sitzungsbericht in demselben Jahrbuchsbande, pag. 175 u. 176, endlich auch den Vortrag von Suess über den Stand der Tätigkeit im Gebiete der Paläontologie in Oesterreich in den Schriften d. Vereins zur Verbr. naturw. Kenntnisse, Wien, 2. Bd. 1863, pag. XXXVI, wo Barrandes Kolonien anerkannt werden.

lonien damals scherzweise in geologischen Kreisen auch als Strafkolonien bezeichnete. Der Widerspruch Krejčis gab speziell in dem hier berührten Falle für Barrande Veranlassung, sich in einem geharnischten Schreiben an Haidinger für seine Kolonientheorie einzusetzen sowie für Suess Gelegenheit, sich in bestimmtester Weise an die Barrande'sche Auffassung anzuschließen und auszusprechen, daß von einer Erklärung der als das Wiederauftreten von Faunen gedeuteten Erscheinung durch Schichtenstörungen nicht die Rede sein könne, daß vielmehr die Auffindung der Kolonien als eine der merkwürdigsten Entdeckungen zu bezeichnen sei. Die spätere Entwicklung der Wissenschaft hat allerdings, wie bekannt, der Theorie von den Kolonien wenigstens für das böhmische Silur nicht recht gegeben[1]. Die tektonische Auffassung, der sich Suess hier angeschlossen hatte, konnte sich ebensowenig durchsetzen, wie in einem etwas analogen Fall später die Vorstellung von einer mehrfachen Wiederholung angeblich altersverschiedener Werfener Schichten, wovon noch die Rede sein wird. Immerhin jedoch mag man zugestehen, daß Suess, der die Frage auch von einem allgemeineren Gesichtspunkt aus betrachtete, rein prinzipiell gesprochen, nicht unrecht hatte, wenn er für den Vergleich pelagischer, subpelagischer und littoraler Bildungen empfahl, die Möglichkeit ernsthaft im Auge zu behalten, daß in der Aufeinanderfolge von Schichten ein Wiederauftreten gewisser Bildungen von gleicher Fazies, wie wir heute sagen würden, Erscheinungen vom Wesen der Kolonien sehr wohl bedingen könnte.

Die vorerwähnte Studie über Graptolithen war übrigens nur der Vorläufer einer Reihe von paläontologischen Arbeiten, durch welche Suess bald darauf die Literatur bereicherte. So wie das in seinen äußeren Verhältnissen zum Ausdruck kam, insofern er zuerst Professor der Paläontologie war, ehe eine Lehrkanzel der Geologie für ihn errichtet wurde, so lag auch der Schwerpunkt seiner Tätigkeit anfänglich auf der paläontologischen Seite.

Es wurde weiter oben erwähnt, daß Suess in der Zeit, als er als junger Volontär des Hofmineralienkabinetts tätig war, die Ordnung der dortigen Brachiopodensammlung zugewiesen erhielt; damit hing jedenfalls zusammen, daß es bei seinen nächsten Veröffentlichungen insbesondere gerade die Brachiopoden waren, welche er seiner Aufmerksamkeit würdigte. So entstanden die teils größeren, teils kleineren Schriften über die Brachiopoden der Kössener Schichten, die Brachiopoden der Hallstätter Schichten, die Brachiopoden der Gosaubildungen, die Brachiopoden der Hierlatzschichten, die sekundären Brachiopoden Portugals, über Brachiopoden vom Pitulat im Banat, über *Terebratula diphya*, über die Brachialvorrichtung bei den Thecideen, über die neue Gattung *Merista* und über die ebenfalls neue Gattung *Meganteris*, über Thecideen des österreichischen Lias und über die Wohnsitze der Brachiopoden, welche Schriften oder Mitteilungen teils in den Denkschriften und Sitzungsberichten der kaiserlichen Wiener Akademie der Wissenschaften, teils in den

[1] Vgl. z. B. die diesen Fall geschichtlich zusammenfassenden Bemerkungen von Nowak im Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1914, pag. 242.

Jahrbüchern der geologischen Reichsanstalt zum Abdruck gelangt sind[1]).

Im bulletin de la société Linnéenne de Normandie (Caen 1856) erschien eine Notiz „sur un nouveau genre de Brachiopodes (*Megan-teris Archiari*), in Pictets Mélanges paleontologiques de Genève (1861), eine „Note sur les gisements des Térébratules du groupe de la Diphya, in der Stoppani'schen Paléontologie lombards ein Aufsatz über *Waldheimia Stoppanii* (aus den Esinoschichten) in den Verhandlungen des zoologisch-botanischen Vereins (1853), eine Notiz über *Stringocephalus Burtini*, im geologischen Teil des Novara-Werkes eine Mitteilung über fossile Brachiopoden aus Neuseeland und in Franz v. Hauers Beiträgen zur Paläontologie von Oesterreich (Wien 1859) eine Arbeit über die Brachiopoden der Stramberger Schichten.

Im Zusammenhange mit diesen zahlreichen Studien stand auch die von Suess unternommene Bearbeitung einer deutschen Ausgabe von Davidsons Klassifikation der Brachiopoden, in welche manche eigene Beobachtungen und Bemerkungen des Bearbeiters mitaufgenommen wurden[2]).

Von anderen hier zu nennenden paläontologischen Studien seien diejenigen über die großen Raubtiere der österreichischen Tertiärablagerungen[3]) genannt oder der Aufsatz über Reste von *Squalodon* aus Linz[4]), und eine Reihe von sonstigen Notizen über fossile Wirbeltiere[5]).

Besondere Bedeutung (namentlich für ihre Zeit) beanspruchten noch mancherlei Mitteilungen über Cephalopoden, welche im Verein mit den vorgenannten Arbeiten von Suess die Vielseitigkeit dieses Forschers auf dem Gebiet der Versteinerungskunde erwiesen.

In einem Aufsatz über die Cephalopodensippe *Acanthoteuthis*[6]) beschrieb Suess Reste aus den Schichten von Raibl, die Bronn mit dem Namen *Belemnoteuthis bisinuata* belegt hatte und stellte interessante Vergleiche dieser Reste mit den Belemniten an. Insbesondere aber seien hier die wichtigen in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie 1865 und 1870 erschienenen Untersuchungen über Ammoniten, ihre Organisation und Schalenstruktur hervorgehoben.

[1]) Ein anscheinend ziemlich vollständiges Verzeichnis der Suess'schen Publikationen hat Prof. Diener gegeben am Schlusse seines Nachrufs auf E. Suess. (Mitt. der geol Ges. in Wien, 1914, pag 26—32.) Eine solche Vollständigkeit in der Aufzählung der betreffenden Schriften liegt nicht in der Absicht der gegenwärtigen Zeilen, obschon im Laufe des Textes dieser Abhandlung jedenfalls die meisten jener Publikationen zur Erwähnung gelangen werden.

[2]) Vgl. Jahrb. d. k. k. geol. R. A. 1856, pag. 386—387.

[3]) Sitzungsber. d Akad. d. Wiss. 53. Bd., Wien 1861, pag. 217 etc.

[4]) Jahrb d. k. k geol. R.-A. 1868, pag. 287.

[5]) Vgl. Jahrb. d. k. k. geol. R. A. 1858, Verhandl. pag. 87, 88, 121, 147, 158 und Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1859, Verhandl. pag. 19, 51, dann Jahrb. 1861 bis 1862. Verhandl. pag. 286, wo von Resten aus Pikermi, Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1863, pag. 13, wo von solchen aus der Braunkohle von Hart bei Gloggnitz und von Lukawitz in Böhmen die Rede ist.

[6]) Sitzungsber. d. Akad d. Wiss 51. Bd., Wien 1865. Abel in seiner Paläobiologie d. Cephalopoden, pag 149, Jänner 1916, hält allerdings die Zuteilung der betreffenden Reste zu *Acanthoteuthis* für verfehlt und beklagt die von verschiedenen Autoren in dieser Richtung verursachte „Verwirrung“. Doch dürften die von Suess in seinem Aufsatze mitgeteilten Beobachtungen an und für sich trotzdem noch immer von Wert sein.

In der ersten Abteilung dieser Untersuchungen[1]) wurde die Bedeutung des Mundsaumes und der Beschaffenheit der Wohnkammer für die Klassifikation jener Reste hervorgehoben und bei dieser Gelegenheit wurden einige der alten Gruppen, in welche man die Ammoniten eingeteilt hatte, mit neuen Namen belegt und zu Gattungen erhoben. So wurden die Gattungen *Phylloceras*, *Lytoceras* und *Arcestes* in die Paläontologie eingeführt, ein Vorgang, der bald durch Hyatt Nachahmung fand und welchem dann (etwa mit Ausnahme Quenstedts) fast alle Ammonitenforscher, wie insbesondere Mojsisovics, Waagen und Neumayr folgten, so daß heute die Systematik der Ammoniten eine stattliche Anzahl von Gattungsnamen aufweist. Der große Formenreichtum dieser Gruppe schien in der Tat eine solche Teilung der alten Gattung *Ammonites* zum Bedürfnis zu machen und überdies hatte ja für die Nautilen bereits Barrande einen diesem Bedürfnis entsprechenden ähnlichen Weg eingeschlagen.

Von großem Interesse ist auch der zweite Teil der Suessschen Ammonitenstudien, der über die Zusammensetzung der spiralen Schale dieser Cephalopoden handelt. Hier entwickelte der Autor den Gedanken, daß eine große mit *Trachyceras* beginnende und, wie er annahm, bis in die Gegenwart reichende Gruppe von Ammoniten für ihn die Familie der Argonautiden bilde, welche heute durch die Gattung *Argonauta* vertreten sei und daß sich überhaupt Entwicklungsreihen der Cephalopoden nachweisen ließen, wenn auch diese Reihen nicht stammbaummäßig aufgestellt wurden[2]).

Wir sehen, es ist eine stattliche Anzahl von Untersuchungen, welche hier genannt werden konnten. Wir haben dieselben zum Teil nur ganz summarisch angeführt, denn der Schwerpunkt der Bedeutung unseres großen Autors liegt eben nicht hier, aber übersehen darf die Arbeit, welche durch jene Untersuchungen geleistet wurde, nicht werden.

In jedem Falle darf man sogar behaupten, daß Suess einen sehr geachteten Platz in der Geschichte der Naturwissenschaften eingenommen hätte, auch wenn er auf seine späteren tektonischen Studien verzichtet und mit dem Eifer, mit dem er anfänglich das paläontologische Arbeitsfeld vorwiegend pflegte, in dieser Richtung weitergearbeitet hätte. Uebrigens sind auch bereits in dem angegebenen Umfange die von ihm erzielten Ergebnisse von besonderem Werte.

Das Verhältnis von Suess zur Deszendenzlehre.

Es wäre natürlich müßig, darüber nachzudenken, welchen Gegenständen sich Suess bei intensiverer Fortsetzung seiner paläontologischen Studien zugewendet hätte. Als er diese Studien begann, durfte man die Hauptaufgabe der Paläontologie neben der Einreihung ihrer Objekte in die zoologische oder botanische Systematik, in der

[1]) Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. 52 Bd., Wien 1868.
[2]) Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. 61. Bd., 1. Abt., Wien 1870.

Unterstützung erblicken, welche dieselbe der Geologie oder speziell der Stratigraphie zu gewähren hatte. Diese Aufgabe ist ja auch heute noch eine wichtige, und wenn vielleicht mancher moderne Paläontologe die darauf abzielende Arbeit etwas über die Achsel ansieht, so beruht das auf der auch sonst bei Forschern wie anderwärts beobachtbaren Neigung vieler Menschen, im Vergleich mit anderen Bestrebungen gerade die jeweilige Richtung ihrer eigenen Tätigkeit für besonders bedeutsam zu halten. Jedenfalls hat auch Suess durch die meisten der soeben erwähnten Arbeiten vor allem den Bedürfnissen zu entsprechen getrachtet, welche teils durch die Klassifikation der Objekte, teils durch die Beziehungen derselben zur Formationskunde bedingt waren. Wir kommen auf diesen zweiten Punkt übrigens später noch zurück. Als gewiß aber können wir annehmen, daß der Sinn für allgemeine Fragen, der bei ihm mehr und mehr zum Durchbruch gelangte, sich auch bei der eventuellen Fortsetzung seiner paläontologischen Studien in steigendem Verhältnis bekundet hätte.

In der Antrittsvorlesung, die er am 9. Oktober 1857 als neu ernannter außerordentlicher Professor für Paläontologie „über das Wesen und den Nutzen paläontologischer Studien“ hielt[1]), bezeichnete er den Zweck dieses Wissenschaftszweiges als einen doppelten. Als beschreibende Wissenschaft sei die Paläontologie „in hohem Grade von der Zoologie, der vergleichenden Anatomie und der Botanik abhängig“ (l. c. pag. 3), als historische Wissenschaft diene sie dem Geologen zur Altersbestimmung der Flötzgebirge und habe außerdem die Aufgabe einer „Geschichte der organischen Welt“ (l. c. pag. 9), „das ist eine Geschichte, in der keine guten und keine bösen Taten geschehen“ und in der sich „kein nachahmenswertes Vorbild aus einer handelnden Menge“ hervorhebt (l. c. pag. 10), die aber den Geist zu großartigen Anschauungen erhebt durch die Betrachtung der vielen und vielgestaltigen Faunen und Floren, die aufeinander folgten bis zur jetzigen Epoche. Suess nennt diese die Epoche des Menschen, „jenes wunderbaren Wesens, dem es gegeben ist, so unermeßlich weit in die Vergangenheit und doch keine Spanne weit in die Zukunft zu schauen“ (l. c. pag. 11).

Man konnte die Aufgaben der Paläontologie in ihrer Vielseitigkeit nicht richtiger erfassen, als dies hier geschehen ist, namentlich, wenn man berücksichtigt, daß Suess bezüglich des Zusammenhanges der Paläontologie mit der Zoologie und Botanik besonderen Wert auf das Cuvier'sche „Prinzip der Existenzbedingungen“ legte (l. c. pag. 3—5), wonach zum Beispiel die Organe jedes Tieres zusammen ein harmonisches Ganzes bilden müssen, wobei aber – wie Suess noch besonders betonte — dieser Organismus auch „den äußeren Umständen entsprechen“ muß, unter denen er zu leben bestimmt ist. „In einem Tier von anderen Sitten und anderer Lebensweise ist nicht etwa nur ein einziger Teil dementsprechend abgeändert, sondern es wirkt diese Abänderung auf alle Teile ein.“ So komme es, daß es möglich sei, aus einzelnen Teilen eines Wesens (also aus unvollkommen

---

[1]) Gedruckt im Verlage von E. Hölzel, Wien und Olmütz 1857.

erhaltenen Resten) auf andere zu schließen, da eben die verschiedenen Teile untereinander und mit der Außenwelt im Einklang stehen müßten.

Handelte es sich bei solchen Schlußfolgerungen im Cuvier'schen Sinne zunächst auch nur um die Rekonstruktion fossiler Geschöpfe, die uns nicht vollständig erhalten blieben, so ergaben sich aus den einschlägigen Studien doch bereits Probleme der Paläobiologie, und diese Probleme erhielten bald nach dem ersten Auftreten von Suess einen mächtigen Anstoß: Die erste englische Ausgabe der „Entstehung der Arten" von Charles Darwin erschien bekanntlich im Jahre 1859.

Leben ist Bewegung [1]) und Bewegung bedeutet von vornherein Veränderung. Das dürfte das allgemeinste und in jedem Fall gültige Grundgesetz der Biologie sein. Ob nun die Bewegung, welche mit dem Leben verknüpft ist, von Anfang an einer bestimmten Richtung zustrebt oder nicht, ist Sache einer mehr philosophischen als naturwissenschaftlichen Erörterung. Da aber das Leben nicht isoliert zu denken ist, sondern sich in einer Umgebung vollzieht, deren Einflüssen es sich anpassen muß, gleichviel, ob diese Einflüsse von rein physikalischer Art sind oder von der belebten Natur selbst ausgehen, so werden auch die Veränderungen, die dem Lebensvorgang entsprechen, wenigstens teilweise von jenen Einflüssen abhängig sein, was sowohl für das einzelne Individuum in seinen verschiedenen Lebensphasen als für Arten und Geschlechter gilt.

Die Frage nach solchen Veränderungen von Arten und Geschlechtern oder anders ausgedrückt, über die Veränderlichkeit der Art, war ja schon seit einiger Zeit aufgeworfen worden, wobei wir von Kaspar Friedrich Wolf ganz absehen, der als erster Vorläufer Darwins (bezüglich Lamarcks) schon im Jahre 1759 seine Theoria generationis veröffentlicht hat.

Die Annahme von der absoluten Konstanz der Arteu konnte also auf die Dauer nicht aufrechterhalten werden; der Schritt von Cuvier zu Lamarck war eine wissenschaftliche Notwendigkeit und lag eigentlich schon in der Konsequenz der Cuvier'schen Anschauung selbst. Aber die Idee von allerhand Katastrophen und beständigen, den jeweilig neuen Zuständen angepaßten Neuschöpfungen stand der Ausbreitung der Lamarck'schen Gedanken entgegen. So bleibt es denn Tatsache, daß erst die Intervention Darwins die Wirkung hatte, ein lebhafteres Interesse für jene Frage nach der Veränderlichkeit der Arten, bezüglich nach der Entstehung neuer Formen im Wege der Deszendenz auszulösen.

Im Jahre 1809 erschien die „philosophie zoologique" von Lamarck. Sein Zeitgenosse war Cuvier, der den „discours sur les révolutions de la surface du globe et sur les changements, qu'elles out prodouit dans le règne animal" geschrieben hat und dessen allerdings durch große Verdienste gestütztes Ansehen die Vorstellung von einer Umformung der Arten nicht aufkommen ließ. Der Zeitgenosse Darwins war Sir Charles Lyell, dessen „principies of geology" zuerst im Anfang der dreißiger Jahre des vorigen Jahrhunderts erschienen, und der den Theorien von Revolutionen und

[1]) Selbstverständlich gilt dieser Satz im Hinblick auf die mit der Lebenstätigkeit verbundene Säftezirkulation auch für Pflanzen und festgewachsene Tiere.

Katastrophen, wie sie erst in neuerer Zeit, und zwar nicht ohne den Einfluß von Suess wieder mehr Geltung erlangt haben, den Boden zu entziehen suchte und für längere Zeit auch tatsächlich entzogen hat. Dadurch war der Weg für die Transmutations- und Deszendenzlehre wesentlich geebnet, und wie sich vielleicht zeigen wird, ist es für die gegenwärtige Darstellung nicht ganz überflüssig schon hier an den Parallelismus von Lyell und Darwin zu erinnern.

Allenthalben wurde durch das Auftreten Darwins die Prüfung biologischer Zusammenhänge angeregt und trotz der sogenannten Unvollständigkeit der paläontologische Ueberlieferung erwuchs aus der Bewegung, welche von dem englischen Forscher ausging, auch für die Paläontologie die unabweisbare Notwendigkeit, jenen Zusammenhängen auch in der Vorzeit nachzuspüren.

Die Frage, wie sich Suess zu dieser Bewegung stellte, liegt nahe und darf an dieser Stelle umso mehr erörtert werden, als sie vor einigen Jahren Gegenstand einer öffentlichen Diskussion gewesen ist und weil überdies die Ansichten des großen Autors über das Problem der Abstammungslehre nicht ganz ohne Zusammenhang mit einigen der Vorstellungen waren, die derselbe bei seinen später so berühmt gewordenen Studien über die Entwicklungsgeschichte der Erdoberfläche zum Ausdruck gebracht hat.

Jedenfalls ist sicher, daß Suess jener Bewegung ziemlich bald seine Aufmerksamkeit geschenkt hat. Im Hinblick auf die oben erwähnte Arbeit über *Argonauta* und die dabei geäußerten Ansichten über die Abstammungsreihen gewisser Cephalopoden könnte jemand, der die Arbeiten unseres Meisters nicht näher zu verfolgen Veranlassung hatte, sogar vermuten, daß sich Suess der Gefolgschaft des englischen Forschers ohne Rückhalt angeschlossen hätte. Vielleicht hat auch mancher in dem Titel des später so bekannt gewordenen Buches von Suess über die Entstehung der Alpen einen wenigstens für den deutschen Leser auffallenden phonetischen Anklang an den Titel der Darwin'schen Schrift über die Entstehung der Arten gesehen und darin eine Huldigung des Wiener Professors für den Privatgelehrten von Beckenham gefunden.

Einen zuverlässigen Schluß auf die Stellungnahme von Suess dem Darwinismus gegenüber dürfte man indessen aus derartigen Betrachtungen nicht ziehen. Beachtung bedeutet nämlich noch nicht unbedingte Zustimmung zu allem, was andere über einen beachtenswerten Gegenstand sagen, und daß Suess von Anfang an den Ausführungen zugestimmt hätte, welche speziell Darwin mit seiner Selektionstheorie dem gelehrten Publikum vorlegte, läßt sich nicht ohne weiteres und keinesfalls ohne Einschränkung behaupten.

Theodor Fuchs, der ja hier als eingeweiht gelten konnte, hat gelegentlich einer später noch in anderer Beziehung zu erwähnenden Besprechung des Suess'schen Hauptwerkes über das „Antlitz der Erde“ [1]) auch über das Schlußkapitel dieses Werkes sich geäußert.

---

[1]) Vgl dessen Aufsätze in der Wiener „Neuen Freien Presse“ vom 4. und 11. November 1909 und auch dessen späteren „Suess und die Abstammungslehre“ betitelten Artikel in derselben Zeitung vom 27. Jänner 1910.

welches die Ueberschrift „Das Leben“ trägt und er hat dabei ganz kategorisch Suess als einen Gegner der Darwin'schen Lehre hingestellt, welche mehr und mehr als „der große Irrtum eines großen Geistes“ erkannt werden würde, während die Impulse die Suess der Wissenschaft gegeben habe „bis in fernste Zeiten“ fortwirken würden. Jene Lehre habe nur eine „Flut von Schlagworten“ hervorgerufen. „Was heute ein bloßes Wort war, wurde morgen schon als Erklärung betrachtet um übermorgen zu einem Naturgesetz erhoben zu werden und so entstand jene Flut von sogenannten Naturgesetzen, die angetan mit dem Nimbus ernster Naturforschung auch in das Gebiet der Geisteswissenschaften eindrangen und in den gelösten Welträtseln in der Aufstellung einer neuen geistlosen Religion ihren Höhepunkt und traurigen Abschluß fanden.“ Das sei kein Feld gewesen für einen Geist wie Suess und so erscheine das Schlußwort des großen Werkes von Suess, in welchem trotz der durch das Thema gebotenen Gelegenheit kein näherer Bezug auf die Selektionstheorie und den Kampf ums Dasein genommen wurde, „wie ein stummer, unausgesprochener Protest gegen die verworrenen Irrgänge des modernen Darwinismus“.

Diese Bemerkungen riefen den Widerspruch unseres trefflichen Wiener Botanikers und Biologen v. Wettstein hervor[1]), der sich nicht zu denken vermochte, daß „ein Naturforscher von weitesten Blick“ wie Suess gewissermaßen als Endergebnis eines an wissenschaftlicher Arbeit und Erkenntnis überreichen Lebens zu solchen Anschauungen gelangt sein konnte und der deshalb meinte, Professor Fuchs habe in den betreffenden Referat wohl nur seinen eigenen Meinungen Ausdruck gegeben.

Das dies letztere wenigstens hinsichtlich der Bestimmtheit der betreffenden Ausdrucksweise der Fall war, ist zweifellos richtig, denn schon vor Jahren hatte, wie den älteren Geologen noch gut erinnerlich ist, Th. Fuchs in nachdrücklicher Weise, und zwar, zunächst vom paläontologischen Standpunkte aus seine Bedenken gegen die Theorie Darwins geäußert[2]), so daß R. Hörnes[3]) damals direkt von einem Feldzuge sprach, den Fuchs gegen die Deszendenzlehre eingeleitet habe. Andrerseits jedoch berief sich der letztere in seiner Antwort an Wettstein auf seine langjährige nähere Bekanntschaft mit Suess, die ihm hinreichend Gelegenheit geboten habe, dessen Ansichten und zugleich dessen Ablehnung der Meinungen Darwins kennen zu lernen.

In einigen Vorträgen über die Entwicklung des Tierreiches nach Bronn, für den Suess die größte Verehrung gehegt habe, habe letzterer das Darwin'sche Buch über die Entstehung der Arten sehr kühl und zurückhaltend besprochen und namentlich die Idee von der natürlichen Zuchtwahl direkt abgewiesen. In einem anderen, in demselben Jahre wie jene Vorträge erschienenen Aufsatz über die Einheit des

[1]) Siehe „Neue Freie Presse“ vom 13. Jänner 1910.

[2]) Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1879, pag. 355; ibidem 1880, pag. 39 u. 61. Vergl. dazu noch seinen späteren Ausfall gegen den Darwinismus im Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1885, pag. 129.

[3]) Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1880, pag. 17 in dem Artikel betitelt: Die Unvollständigkeit der paläontologischen Überlieferung“.

Tierreiches [1]) werde aber nicht einmal der Name Darwins genannt. Das erscheine bezeichnend für die Auffassung, welche der Verfasser des „Antlitz“ in dieser Frage gehabt habe, bezüglich noch habe.

So lernte unsere größere Oeffentlichkeit durch das Zeugnis eines seiner Schüler Suess als einen direkten Gegner Darwins kennen, ähnlich wie es ihn aus demselben Referat von Prof. Fuchs in der „Neuen Freien Presse“ auch als einen Gegner der Ansichten Lyells kennen lernte, des großen englischen Forschers, den man lange Zeit sozusagen als den Vater der modernen Geologie betrachtet hatte.

Man kann es dahingestellt sein lassen, ob Fuchs seinem Meister durch die Offenbarung jener Gegensätze in der von ihm gewählten Form einen besonderen Dienst erwiesen hat. Gleichviel, ob man der Selektionstheorie als solcher zustimmt oder nicht; das, was die Leser der Schriften Darwins fast alle anerkennen, ist außer dessen übrigens auch von Fuchs hervorgehobenen Bescheidenheit die überaus sorgfältige, durch die geduldigste und mühsamste Einzelbeobachtung unterstützte Vorbereitung seiner Schlußfolgerungen (wie das nebenbei bemerkt auch bei Lyell gilt). Man kann daher den Geist des Darwinismus nicht als den einer bloß mit „Schlagworten“ herumwerfenden Lehre bezeichnen und man sollte sich hüten, in diesem Punkte Vergleiche herauszufordsrn. Es gibt Schlagworte in der Wissenschaft wie in dem politischen Leben, die auf weniger sorgsamer Geistesarbeit beruhen und deren Bedeutung überdies viel weniger präzis oder klar erfaßt werden kann als das Wort vom Kampf ums Dasein oder das von der Selektion.

Seien wir offen. Auch die tektonische Geologie ist von Schlagworten nicht frei geblieben und wir werden später Veranlassung haben, uns mit einigen derselben zu beschäftigen. Wenn aber Suess von der „Einheit“ des Tierreiches sprach oder von der „Solidarität des Lebens“, wie im Schlußkapitel des „Antlitz“, so wird mancher in solchen Wendungen doch auch nur den Versuch sehen, gewisse Begriffe in der Art zusammenzufassen, wie man sie eben in einem sogenannten Schlagwort zusammenfaßt und wenn derselbe im Anschluß an die Ideen Bronns auf die terripetale Richtung in der Entwicklung des organischen Lebens hinweisen zu müssen glaubte, was Fuchs besonders und nicht ohne Grund betonte, so beweist dies vielleicht, daß in den Anschauungen von Suess oder doch in dessen Unterbewußtsein das teleologische Prinzip eine gewisse Rolle spielte, aber gleichviel, ob diese Vermutung richtig ist oder nicht, schließlich hahen wir es da auch nur mit einem Schlagwort zu tun, von dem es überdies fraglich bleibt, ob es ausreicht, die ganze Mannigfaltigkeit der in Betracht kommenden Vorgänge zu bezeichnen.

Um betreffs der von Herrn Fuchs aufgestellten Behauptung klarer zu sehen, ist es indessen wohl wünschenswert, auf die Ausführungen selbst zurückzugehen, welche Suess in den von dem Erstgenannten erwähnten Darlegungen über die Ansichten Bronns [2])

---

[1]) In der österreichischen Wochenschrift.

[2]) Hofrat Bronns Ansichten von der Entwicklung des Tierreichs, Schriften des Vereins zur Verbr. naturw. Kenntnisse in Wien, 1. Bd., Jahrg. 1860 u. 1861, Wien 1862, pag. 113—148.

verlautbarte. Es heißt dort (l. c. pag. 119) gelegentlich der Erwähnung von Darwins Buch über die Entstehung der Arten: „Es wäre wohl zu viel gesagt, wenn man behaupten wollte, daß dieses merkwürdige Buch die Frage, welche es von neuem aufgeworfen, auch zugleich endgültig entschieden habe, und daß alle die Erfahrungen der neueren Naturforschung bereits hinlänglich abgewogen seien, um uns zu einer rückhaltlosen Annahme der Darwin'schen Anschauung zu veranlassen. Es läßt sich im Gegenteil behaupten, daß der direkte Beweis durch Züchtung, den Herr Darwin für seine Ansicht zu geben versucht hat, sehr mangelhaft sei. Aber es läßt sich auch nicht leugnen, daß eine große Anzahl von Tatsachen, welche sich zum Beispiel auf den Charakter der Inselbevölkerungen, auf das Vorkommen rudimentärer Organe und insbesondere auf die Vergangenheit des Tierreichs beziehen, vom Cuvierschen Standpunkte aus ganz und gar unerklärlich bleibt, während sie hier eine ziemlich einfache Deutung findet."

Das klingt zwar keineswegs zustimmend, aber doch auch nicht so absolut ablehnend, als Fuchs uns glauben machen wollte. Wie sich übrigens Suess selbst die Ursache bei den im Laufe der Zeit stattgehabten Umwandlungen des Tier- und Pflanzenreichs gedacht hat, ergibt sich wenigstens teilweise schon aus einem Satze in seiner Schrift über die Entstehung der Alpen. Er schreibt dort (pag. 100): „Viele Erfahrungen deuten darauf hin, daß die wesentlichsten Veränderungen des organischen Lebens durch Veränderungen der äußeren Lebensverhältnisse herbeigeführt worden sind. Dies zeigt sich am deutlichsten dadurch, daß die größeren Veränderungen der Bevölkerung des trockenen Landes keineswegs immer zusammenfallen mit den Veränderungen der Meeresbevölkerung" [1]). Das entspricht so ziemlich dem Ideengange Lamarcks.

Wir müssen aber noch für einen Augenblick auf die Vorträge über Bronn zurückkommen.

Der Gedanke Bronns, daß „in der Natur das Streben vorhanden sei, das Festland im Gegensatz zum Meer allmählich auszubilden und an die Stelle der anfangs vorherrschenden Bewohner des hohen Meeres allmählich immer mehr Küsten-Strand- und Inselbewohner und zuletzt solche hoher und ausgedehnter Kontinente zu setzen" (siehe l. c. pag. 121), welches terripetale Streben abhängig sei von dem Gesetze der Anpassung der Organismen an die jederzeitigen Existenzbedingungen, fand im allgemeinen, das heißt prinzipiell die Billigung von Suess. Nur meinte er (l. c. pag. 142), man „könne auf einem ganz anderen Wege als dem von Bronn betretenen, auch in der Gegenwart die Spuren terripetalen Strebens wiederfinden. Nicht so sehr die Verbreitung als die Organisation der Tiere führt dahin."

---

[1]) Wie weit die an sich jedenfalls zutreffende Betonung der Differenz in der Entwicklung der Land- und Meeresbevölkerung in völlige Harmonie gebracht werden kann mit dem etwas weiter unten zu erwähnenden Ausspruche von Suess im „Antlitz der Erde", wonach man auf die Vorstellung von ruckweisen, fast katastrophalen Veränderungen schließen darf, welche die verschiedenen Formationen oder Formationsabteilungen faunistisch und floristisch voneinander trennen sollen, bleibe hier unerörtert.

In dieser Beziehung legte er vor allem Wert auf die Entwicklung der Atmungswerkzeuge, kam aber schließlich (l. c. pag. 147) zu der Annahme, daß man in der Natur außer dem terripetalen Streben auch eine Weiterbildung der Organismen im Meere selbst nachweisen könne, da in dem Maße, als darin „die Außenverhältnisse mannigfaltiger wurden, auch mannigfaltiger und höher organisierte Formen entstehen" mußten. Der Umstand, daß die heutige Tier- und Pflanzenwelt viel mannigfaltiger ist als die früherer Zeiten, daß aber gleichzeitig auch die äußeren Lebensverhältnisse der Organismen mannigfaltiger seien als früher, deute bestimmt darauf hin, daß die Entwicklung der Lebewesen mit diesen äußeren Verhältnissen zusammenhängen müsse und auf diese letzteren hätten jedenfalls geologische Phänomene einen beträchtlichen Einfluß gehabt, die somit auch für die Veränderungen in der organischen Welt von Bedeutung gewesen seien. Diese Ausführung schließt (pag. 148) mit folgendem Satze: „Das Maß und die Art der Abhängigkeit näher zu bestimmen, in welcher die Geschichte des Lebens auf unserem Planeten mit der Geschichte dieses Planeten selbst steht, das ist eine jener großen Aufgaben, vor denen wir heute zagend stehen, deren Lösung uns aber ohne allen Zweifel die vereinten Anstrengungen der nächsten Jahrzehnte näher führen werden."

Dieser Satz hat den Stempel eines Programms und gibt uns ungefähr die Antwort auf die vorhin angedeutete Frage, in welchen Bahnen sich wohl die Tätigkeit von Suess bewegt hätte, wenn derselbe seiner ursprünglichen Vorliebe für paläontologische Studien treu geblieben wäre. Er zeigt uns aber andrerseits auch deutlich, daß derjenige, der ihn niederschrieb, eine erweiterte und vertiefte Kenntnis der geologischen Vorgänge der Vergangenheit als notwendige Voraussetzung der entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen auf dem Gebiete des organischen Lebens ansah. So erkennen wir vielleicht einen der psychologischen Zusammenhänge zwischen den früheren und den späteren Bestrebungen des alten Meisters, dem augenscheinlich die bisher für die Lösung des Deszendenzproblems angewandten Methoden nicht genügten und der neben anderen Triebfedern auch in diesem Umstande einen Ansporn zu seinen Versuchen gefunden haben mag, den Rätseln nachzugehen, die mit der Bildung der Gebirge und der Kontinente oder mit dem Wechsel von Meeresbedeckungen verbunden sind.

Wir sehen aber aus jenen Zitaten noch eines, nämlich, daß Fuchs allerdings insofern recht hatte, als er Suess und Darwin in einen gewissen Gegensatz brachte, der wenigstens zu der Zeit, als der Aufsatz über Bronns Ansichten verfaßt wurde, bestanden haben muß. Andrerseits aber ergibt sich, daß wenn auch die im engeren Sinn so genannte Darwin'sche Theorie damals nicht ganz nach dem Geschmacke von Suess gewesen sein mag, derselbe trotzdem weit davon entfernt war, die Entstehung neuer Arten jedesmal auf selbständige neue Schöpfungsakte zurückzuführen, wie sie in älterer Zeit noch vielfach angenommen wurden. Sprach er doch übrigens auch noch später im ersten Bande des „Antlitz" (pag. 12 u. 13) von „Abstammungslinien" gewisser Gruppen von Säugetieren und gedachte dabei sogar ausdrücklich Darwins, wenn auch wieder mit einiger Zurückhaltung und redete er doch („Antlitz" 3/2 pag. 747) mit Ent-

schiedenheit von Neubildungen durch Anpassung. Das zu beachten ist wichtig.

In den weiteren Kreisen des Publikums, vor denen der obenerwähnte Gegensatz betont wurde, konnte ja leicht das Mißverständnis Platz greifen, als ob Suess ein prinzipieller Gegner der Abstammungslehre überhaupt gewesen wäre, denn wenn auch Fuchs wahrheitsgemäß selbst berichtete, daß Suess öfters von der Veränderlichkeit der Arten, von Filiation und von Anpassung gesprochen habe, so wird doch in jenen weiteren Kreisen die Abstammungslehre zumeist mit der durch Darwin vorgetragenen speziellen Form derselben für gleichbedeutend genommen.

Abgesehen von diesem Gesichtspunkt, dessen Bedeutung man beliebig einschätzen mag, läßt sich freilich auch sagen, daß Suess und mit ihm Fuchs sich schon seit langem auf einem nach heutigen Begriffen nicht ganz unbeliebten Standpunkt befanden, insofern neuerdings gar mancher, der sonst nicht gerade der Abstammungslehre feindselig gegenübersteht, speziell gegen die vom Darwinismus vertretene Modifikation derselben oder doch gegen einzelne der betreffenden Ideen Stellung genommen hat.

Ich brauche hier beispielsweise nur an die Verlautbarungen von Karl Diener und Lukas Waagen zu erinnern, über welche ich in den Verhandlungen der geologischen Reichsanstalt (Wien 1909, pag. 144—156) mich ausführlich geäußert habe, oder an das Zeugnis der Versteinerungen gegen den Darwinismus von A. Schmitt, worüber L. Waagen in derselben Nummer unserer Verhandlungen berichtete (l. c. pag. 156 u. 157). Ueberdies wissen wir, abgesehen von dem größeren Kreise des Publikums, ja alle, daß man heute nicht so viel von Lamarckismus und Neo-Lamarckismus sprechen würde, wenn der eigentliche Darwinismus ausschließlich das Feld der Deszendenzlehre beherrschen würde, wobei man ja nicht bloß an dessen Variante, den Haeckelismus zu denken braucht, auf den Fuchs besonders scharf zu sprechen ist.

Ob nun aber die Unterschiede der verschiedenen Richtungen, die hier in Betracht kommen, in jeder Beziehung tiefer greifende Gegensätze bedingen, ob zum Beispiel die Anpassung an wechselnde Lebensverhältnisse, welche ähnlich wie für einige andere Deszendenztheoretiker gerade für Suess einen wichtigen Gesichtspunkt abgab, der Idee vom Kampf ums Dasein und damit der Selektionstheorie so stark widerspricht, ob ferner das teleologische Prinzip bei der Evolution besondere Geltung verdient oder endlich, ob die Polyphyletiker gegenüber den Monophyletikern im Rechte sind, haben wir hier nicht zu erörtern. Wir reden ja von Suess und da scheint es denn doch, daß derselbe am Schlusse seiner Forschertätigkeit gegenüber Darwin eine etwas weniger zurückhaltende Stellung eingenommen hat als Fuchs glaubte und als dies aus den früher erwähnten Vorträgen über Bronn gefolgert werden könnte. Wenn der Autor des „Antlitz" im letzten Bande dieses Werkes dort, wo er die „Solidarität alles Lebens" betont (pag. 739), ausdrücklich bemerkt, daß uns der Weg zu dieser Auffassung durch Lamarck und Darwin erschlossen wurde, so beweist das wohl, daß er wenigstens manchen der Unterschiede, welche bei

der Behandlung des Abstammungsproblems auftauchten, nicht mehr die Bedeutung beimaß, welche ihnen von Solchen beigemessen wird, welche die betreffenden Meinungen mit einer gewissen Exklusivität vertreten. Sonst hätte er Darwin und Lamarck nicht in einem Atem genannt und darauf hat auch Wettstein in seiner Polemik gegen Fuchs hingewiesen.

Aber auch auf eine andere Verlautbarung, die sogar noch vor dem Schlußbande des „Antlitz" erschien, hätte sich Wettstein berufen können, nämlich auf die ersten Seiten der Abschiedsvorlesung von Suess[1]. Dort heißt es: „Nachdem Darwins Buch erschienen war, erfolgte ein großer und allgemeiner Umschwung auf dem ganzen Gebiete der Biologie. In der Tat läßt sich außer den großen Entdeckungen von Kopernikus und Galilei kein zweites Beispiel, eines so tiefen Einflusses auf die allgemeinen Anschauungen des Naturforschers anführen. Er ist nicht der erste gewesen, der die Einheit des Lebens begriff und aussprach, daß er aber im Stande war, strengere Beweise zu bringen und die Wendung der Geister zu erzielen, bildet seinen unsterblichen Ruhm." An einer anderen Stelle derselben Vorlesung heißt es, es „zeigen die zahlreichen phylogenetischen Fäden, welche die meisten der großen Gruppen fossiler Tiere verbinden, oder die Einheit in der Entwicklungsart einzelner Organe, wie der Extremitäten, oder die allgemeine Aufeinanderfolge von Kiemen und Lunge, dann die Reihe auffallender Uebereinstimmungen, welche zwischen der Entwicklung gewisser Tiergruppen und der Entwicklung des einzelnen Individuums dieser Gruppe erkennbar sind, in unzweifelhafter Weise die Richtigkeit des Darwin'schen Grundgedankens, nämlich die Einheit des Lebens".

Wir müssen dieser Auseinandersetzung zunächst noch hinzufügen, daß sich Suess schließlich veranlaßt sah, ganz direkt seine Stellung gegenüber den „Mißverständnissen" zu klären, welche betreffs seiner Ansichten über Deszendenz aufgetaucht waren und wie er sich ausdrückte, chronisch zu werden drohten. Er tat dies in einem Briefe[2] an Professor V. Uhlig, welcher ihn im Namen der damals erst kurz bestehenden Wiener geologischen Gesellschaft zum Abschluß des „Antlitz" beglückwünscht hatte. Er bestritt bei dieser Gelegenheit keineswegs, daß er schon bald nach dem Erscheinen des Darwin'schen Buches über den Ursprung der Arten im Anschluß an Lamarck vor allem die hohe Bedeutung der äußeren Lebensverhältnisse betont habe, „aber keineswegs unter dem Widerspruche Darwins". Der von ihm vertretene Standpunkt stelle sich daher nicht als „Entgegnung", sondern als eine „Ausgestaltung der Darwin'schen Lehre" dar.

Durch diese Erklärung schrumpfte der Gegensatz zwischen Suess und Darwin, wie man ihn hatte konstruieren wollen, bedeutend zusammen, zumal ja eigentlich von vornherein, wie schon weiter oben

[1]) Separatabdruck aus den Beiträgen zur Paläontologie und Geologie Oesterreich-Ungarns und des Orients aus Band 14 dieser Beiträge. Die Vorlesung selbst wurde am 13. Juli 1901 gehalten.

[2]) Mitteil. der geol. Ges. in Wien, 2. Band 19‹9, pag. 369—371.

bemerkt wurde, die Lehre vom Kampf ums Dasein die Berücksichtigung der „äußeren Lebensverhältnisse“ und ihres Einflusses auf diesen Kampf schon a priori nicht ausschließen konnte.

Wohl aber gibt es trotz des in der von Suess angegebenen Weise mehrfach betonten schließlichen Einverständnisses mit gewissen Grundanschauungen der Darwin'schen Lehre einen Punkt, in welchem die Vorstellungsweise der beiden Forscher tatsächlich nicht allzusehr übereinstimmte, obschon sich gerade in diesem Fall Suess speziell auf den Namen Darwins berufen hat, und diese Differenz hängt mit der bei Suess auch sonst mehrfach hervortretenden Neigung zusammen, die geologische Entwicklung sich mit größeren allgemeinen Revolutionen in Verbindung zu denken, einer Neigung, die man bei einem Autor, der andrerseits bezüglich vulkanischer Hebungen und dergleichen so ausgesprochen gegen die früheren Umwälzungshypothesen Stellung nahm, als eine Art von ganz speziellem Atavismus bezeichnen könnte, wenn nicht tatsächlich auch sonst bei neueren Autoren ähnliche Tendenzen zum Ausdruck gekommen wären.

Im Sinne Darwins entstehen bedeutende Abweichungen eines Typs, der sich aus einem anderen entwickelt, durch die Summierung kleiner Veränderungen. Im Gegensatze dazu scheint sich Suess die Entwicklung der organischen Welt als eine oft stürmische und stoßweise gedacht zu haben. Er gibt zu, daß auch aus den paläontologischen Studien der Zusammenhang alles Lebens von Tag zu Tag deutlicher hervortrete [1]). Aber er fügt hinzu: „Daneben bleibt nichtsdestoweniger die Tatsache aufrecht, daß wir nicht innerhalb der einzelnen Familien oder Gattungen die Arten allmählich und zu verschiedenen Zeiten sich ändern sehen, sondern daß es ganze Gesellschaften, ganze Bevölkerungen und Floren oder, wenn ich mich so ausdrücken darf, ganze ökonomische Einheiten der Natur sind, welche gemeinschaftlich auftreten und wieder gemeinschaftlich verschwinden.“

Insofern nun Darwin an einer Stelle von großen Cyklen des Wechsels in der Erdgeschichte spricht, meinte Suess (l. c.), daß der Autor der Selektionstheorie zwar eine ununterbrochene, aber doch keine gleichmäßige Entwicklung der organischen Welt im Auge gehabt habe. Nun braucht man sich aber die großen Cyklen des Wechsels in der Erdgeschichte nicht a priori als durch scharfe Schnitte voneinander getrennt vorzustellen, und wenn die Zweifler an Darwins Anschauung der Meinung gewesen wären, daß dieser in der Tat eine stark ruckweise Aenderung der Formen oder Arten habe befürworten wollen, so würden sie nicht gerade den oben angeführten Satz von Suess für ihre Argumentation hervorgesucht haben, wie das erst kürzlich in den oben erwähnten Schriften von Diener und Waagen geschehen ist.

In der Sache selbst (abgesehen von jener Berufung auf Darwin) war der Standpunkt von Suess allerdings kein vereinzelter. Wir brauchen uns bloß an solche Forscher wie Richard Owen zu erinnern, die schon vor längerer Zeit für die Annahme einer sprungweisen Umbildung der Arten sich ausgesprochen haben und wir

[1]) „Antlitz“ 1. Band, pag. 13

könnten auch Heer, Zittel, Walther, Jaeckel hier nennen, von denen jeder in seiner Art einem ähnlichem Gedanken Ausdruck gegeben hat oder endlich Diener und Lukas Waagen. Man kann es beklagen, daß der, wie ich mich einmal ausdrückte [1]), „von Freund und Feind zu wenig beachtete konservative oder doch antirevolutionäre Zug der Darwin'schen Theorie", der „in der Idee einer stetigen und langsamen, nicht aber gewaltsamen Entwicklung liegt" so viele Gegner gefunden hat: aber da sich auch neuere Autoren unter diesen Gegnern oder Zweiflern befinden, so darf man die Stellungnahme von Suess gerade in dieser Frage nicht einmal unmodern finden.

Aber sehr bemerkenswert, weil nicht allein für die paläontologische sondern auch für die geologische Auffassungsweise von Suess bezeichnend bleibt in dem vorher angeführten Satze doch in jedem Fall die Wendung, welche sich auf das angeblich plötzliche Erscheinen und Verschwinden ganzer Faunen und Floren bezieht, also auf die ruckweise Umprägung nicht allein der einzelnen Formen, sondern ganzer Gemeinschaften.

Diese Wendung schmeckt doch einigermaßen nach der alten Katastrophentheorie, derzufolge die verschiedenen Epochen der Natur (um diesen Buffon'schen Ausdruck für die Aufeinanderfolge der Formationen zu gebrauchen) sich folgten wie eine Art von Neuschöpfungen, die durch gewaltsame Handlungen unterbrochen schienen.

Insofern wir nun Lyell die Ueberwindung jener Katastrophentheorie verdanken oder doch während einer gewissen Zeit zu verdanken glaubten, hatte Fuchs, wie man schon an diesem Beispiel sieht, nicht ganz unrecht in seinem oben zitierten Aufsatz Suess als einen Widersacher nicht bloß Darwins, sondern auch Lyells auszugeben. Die Lehren der beiden letztgenannten Forscher ergänzen sich ja gegenseitig gewissermaßen zur Bekräftigung des alten Satzes Natura non facit saltum und ein Anhänger Lyells wird auch den größten gewaltsamen Naturereignissen, von denen wir uns nach Maßgabe der in geschichtlicher Zeit beobachteten Vorgänge eine Vorstellung machen können, nur eine mehr oder weniger lokale Bedeutung beimessen und nicht glauben, daß der stetige und meist langsame Gang der Entwicklung im großen und ganzen durch solche gewaltsame Ereignisse übermäßig beeinflußt wurde, oder annehmen, daß die Fäden, welche von einer Entwicklung auf die nächste hinüberführen, jemals auch nur in ihrer Mehrzahl abgerissen wurden.

Wir werden aber später bei der Diskussion der tektonischen Vorstellungen von Suess erkennen, daß dieser in manchen Punkten die Deutung der betreffenden Verhältnisse in der Tat nicht ganz auf dem von Lyell uns vorgezeichneten Wege vornahm, wie er denn beispielsweise bei der Entstehung der Alpen die erdgeschichtliche Entwicklung des von diesem Gebirge eingenommenen Raumes nicht sehr berücksichtigt hat.

In dem gegebenen Falle jedoch spielt vielleicht noch ein besonderer Umstand mit, der im Gedankenkreise des Meisters einen

---

[1]) Vgl. das Referat über Diener in Verh. der k. k. geol. R.-A., Wien 1904, pag. 150.

nicht unbedeutenden Platz einnahm. Suess war augenscheinlich bestrebt, eine natürliche Einteilung der Formationen zu finden oder doch eine solche Einteilung durch gewisse Hinweise vorzubereiten. Die Ansichten, die er über die Bedeutung der großen Transgressionen entwickelte, stehen damit im Zusammenhange, ebenso wie der Versuch planetarische Vorgänge allgemeiner Art (wie den Wechsel in der Rotationsgeschwindigkeit der Erde) zur Erklärung des Wechsels heranzuziehen, der uns in der Aufeinanderfolge der verschiedenen Bildungen entgegentritt, eines Wechsels, der ja nicht bloß in den Gesteinen und deren Verbreitung, sondern auch in den organischen Resten bemerkbar ist. Das angebliche jeweilige Verschwinden von Faunen und Floren oder jener ganzen ökonomischen Einheiten, von denen er sprach, konnte mit dem Wechsel jener anderen Vorgänge in Beziehung gedacht werden und durch Verfolgung solcher Beziehungen waren dann natürliche Formationsabschnitte zu ermitteln.

Freilich kann uns eine einfache Ueberlegung lehren, daß selbst unter der Voraussetzung solcher allgemein wirkenden Ursachen der Umschwung in den verschiedenen hier in Betracht kommenden physischen und biologischen Verhältnissen kein plötzlicher zu sein braucht. Zu den durch die Allgemeinheit der Verbreitung auffälligsten und deshalb am schwersten durch den Wechsel rein lokaler Umstände zu erklärenden Erscheinungen gehört ja beispielsweise das Auftreten der Eiszeit, bezüglich der verschiedenen Eiszeiten. Daß dieses Auftreten aber jeweilig mit einem Schlage eingesetzt habe und daß die Vereisung dann ebenso unvermittelt wieder verschwunden sei, wird man doch nicht behaupten wollen, und wenn es (um damit wieder direkt auf Suess'sche Vermutungen zurückzukommen) einen Wechsel in der Rotationsgeschwindigkeit des Erdballs gegeben hätte, durch welchen die Verteilung der Meeresbedeckung beeinflußt worden wäre, so würde dieser Wechsel gewiß auch nicht mit einem Ruck erfolgt sein. Eine Veranlassung, die bewährten Grundsätze Lyells aufzugeben, würde also auch dann nicht vorliegen, wenn man die Dinge unter dem Gesichtswinkel betrachten wollte, der sich aus den soeben besprochenen Vermutungen von Suess ergibt.

Leider ist es Suess nicht beschieden gewesen oder hat er es absichtlich unterlassen, seine mit den jetzt angeregten geologisch-biologischen Fragen zusammenhängenden Ideen näher auszuführen.

Uebersehen wollen wir freilich nicht, daß Suess in seiner bereits erwähnten Abschiedsvorlesung noch einmal auf die ökonomischen Einheiten zu sprechen kam und hierbei wenigstens in einer Beziehung uns eine Andeutung gab über die Art, wie er sich zunächst betreffs der Landfaunen den Zusammenhang der Glieder dieser Einheiten und eine der Ursachen ihres Verschwindens dachte. Zur Ernährung einer gewissen Zahl von Fleischfressern gehören, wie er dort sehr zutreffend ausführt, soundsoviel Pflanzenfresser. Diese benötigen eine Reihe von Futterpflanzen. Letztere bedürfen zu ihrer Fortpflanzung oft der Intervention von Insekten, die andernteils wieder Vögeln zur Nahrung dienen, „und die Störung eines Gliedes dieser Einheit kann möglicherweise das Gleichgewicht der Gesamtheit stören“. Aber abgesehen davon, daß solche Störungen, wie sie

bei vielleicht relativ isolierten Landfaunen leichter vorkommen können, nicht ohne weiteres in ähnlicher (bezüglich graduell gleicher) Weise für die durch das Weltmeer und dessen Verzweigungen miteinander kommunizierenden marinen Faunen in Betracht gezogen werden können, wird uns auch auf diesem Wege das plötzliche allgemeine Verschwinden und Neuauftauchen jener ökonomischen Gemeinschaften nicht völlig erklärt und wir tappen deshalb betreffs der Art, wie Suess die verschiedenen von ihm gleichsam blitzlichtartig hingeworfenen Ideen untereinander in einen systematischen Einklang gebracht haben würde, einigermaßen im Dunkeln.

Auch der so anregend geschriebene Aufsatz über „das Leben“, mit welchem sein Hauptwerk schließt (vgl. oben), bietet uns gerade für diese Kategorie von Fragen nur unzureichende Aufschlüsse, zumal die organische Welt unseres Planeten darin etwas einseitig, nämlich auch nur vom Standpunkt der Landbevölkerung aus behandelt wird. (Suess begründet das auf pag. 742 des Schlußbandes mit der Bemerkung, daß die Kenntnis von den Lebensumständen der Seetiere und deren Verbreitung noch zu gering sei.)

Die sogenannten „Asyle“, von denen dort in dem Sinne die Rede ist, daß sie für die Tier- und Pflanzenwelt bei dem Wechsel der erdgeschichtlichen Ereignisse die Möglichkeit der Weiterexistenz geboten haben, sind festländische Massen (Kontinente und Inseln), also Plätze, welche (in gewissem Sinne abgesehen von den Süßwasserbewohnern) von denjenigen Lebewesen bevölkert wurden oder werden, bei welchen das früher erwähnte „terripetale“ Streben der Organismen schon zu einem Erfolg geführt hat. Die große Menge der zur Tierwelt gehörigen Organismen, die im Meere lebt oder lebte und welche für das Studium der Vorzeit wenigstens vom geologischen Standpunkte aus hauptsächlich in Betracht kommt, hätte also bei den stattgehabten Umwälzungen eines Zufluchtsortes entbehrt. Soll man nun wirklich glauben, daß diese Umwälzungen so allgemeiner Natur waren, um jeweilig sofort ganze „ökonomische Einheiten“ zu beseitigen oder doch in Gefahr zu bringen? Gleichviel nämlich, wie man sich die räumliche Ausdehnung des Meeres in seinem Verhältnisse zum Festlande für verschiedene Phasen der Erdgeschichte im Lichte der später zu besprechenden Suess'schen Ideen über Zusammenbrüche, Transgressionen, juvenilen Ursprung des ozeanischen Wassers und dergleichen denken will und gleichviel, ob man bei der Abwägung dieser Ideen gegeneinander eine schließliche Zu- oder Abnahme der Meeresausbreitung auf der Erdoberfläche herausrechnet; so viel wird doch wohl allgemein zugestanden, daß diese Ausbreitung seit den ältesten Zeiten, in denen es marine Organismen gab, stets eine große gewesen sein muß.

Das aber dürfte oder müßte vielmehr konsequentermaßen auch der Autor angenommen haben, der im Anschluß an Bronn die Vorstellung von der terripetalen Entwicklung vertrat und an dieser Vorstellung bis zum Abschluß seiner Arbeiten festhielt[1]).

---

[1]) Vgl. den Schlußband des „Antlitz“ pag. 744.

Die — wie er anführt — von Wallace vertretene Ansicht von der Permanenz der ozeanischen Becken hat Suess allerdings abgelehnt[1]). Nur dem Pacifik hat er, wie später noch einmal erwähnt werden muß, ein höheres Alter zuerkannt. Aber er spricht doch davon, daß „ursprünglich eine Panthalassa den Planeten bedeckte" (l. c. pag. 776). „So war" — wie er fortfährt — „damals alles Gewinn an Festland[2]). Dann, bei fortschreitender Ausbildung der Meere hat sich die Sachlage so sehr geändert, daß heute nur mehr 0·28 Teile der Oberfläche des Planeten trocken liegen. Jeder weitere Verlust an Asylen ist wertvoller Verlust und die Beschaffenheit der gewonnenen Flächen hat durchaus nicht immer jenen der verlorenen erreicht. In großer Summe war aber auch der Verlust an Fläche überwiegend. Das zeigt die Geringfügigkeit des heutigen Restes."

Man kann diese Worte wohl nicht anders auslegen, als daß man annimmt, Suess habe sich vorgestellt, daß nach der allgemeinen Meeresbedeckung eine Epoche größerer Ausbreitung des Festlandes eintrat, welches letztere sodann einer steten Flächenverminderung unterworfen war, eine Annahme, die mit der später noch zu erwähnenden Meinung über das jüngere Alter des Indischen und des Atlantischen Ozeans zusammenhängt, deren Einbrüche durch das Einschrumpfen der sogenannten Thetys, wie es scheint, nicht ausgeglichen wurden.

Aber gleichviel, wie wir uns die hier von dem großen Autor angedeuteten Vorgänge ausmalen und wie wir uns zum Beispiel den Sprung von der Panthalassa zu dem Auftreten großer festländischer Massen vorstellen wollen[3]), soviel geht doch aus dessen Ausführungen über die Asyle hervor, daß er bezüglich der Meeresbewohner die Notwendigkeit, nach solchen Zufluchtstellen bei katastrophalen Veränderungen der Erdoberfläche auszuspähen, nicht empfunden hat. Diese Organismen dürften stets ein Ruheplätzchen in der Erscheinungen Flucht gefunden haben, Transgressionen und Gebirgsbildungen, wie sie nach Suess (l. c. pag. 762) die Festländer mit Ausnahme der Asyle so oft beunruhigt haben, konnten in den weiten, vom Meere jederzeit bedeckten Gebieten auf die ruhige Entwicklung der daselbst lebenden Wesen wohl keinen Einfluß nehmen.

Was aber die festländischen Massen und ihre Bewohner betrifft, so dürfen wir uns daran erinnern, daß Suess als Asyle, von denen aus „sich nach großer Beirrung neue Besiedlung über die Lande

[1]) L. c. in dem Abschnitt über das Leben, pag. 741. Vgl. dazu auch den Aufsatz, den Suess in der Monats-Revue „Natural Science," London, Nummer vom 13. März 1893 veröffentlichte unter dem Titel Are great Ocean depths permanent?

[2]) Es mag nicht unangebracht sein, bei dieser Gelegenheit nebenbei darauf hinzuweisen, daß Neumayr in seiner Erdgeschichte (1. Auflage, 1. Band, pag. 367—368) sehr überzeugend darlegt, daß im Hinblick auf die Beschaffenheit der betreffenden „mechanischen Sedimente" nicht bloß in der altpaläozoischen, sondern auch schon in der archäischen Periode Festländer existiert haben müssen.

[3]) Wir haben es in diesem Falle mit einem Beispiel für das zu tun, was manche Beurteiler als „unbeendigte Erörterungen" bezeichnet und als für die Darstellungsweise von Suess eigentümlich hingestellt haben, worüber später noch die Rede sein muß.

breiten" konnte, speziell solche Gebiete bezeichnet, die, abgesehen vielleicht von klimatischen Veränderungen, seit langer Zeit vor großen Störungen gesichert waren (l. c. pag. 762 und 763). Laurentia, Angara-Land, Goudwann-Land und die Antarktis mit Australien und Patagonien wurden uns als derartige Gebiete bezeichnet. Wenn wir auch den landläufigen Begriff von Asylen fallen lassen, unter denen man sich doch in der Regel relativ beschränkte Ubikationen vorstellt, so möchte man doch glauben, daß zu jeder Zeit außer den genannten, nicht allzu unbedeutenden Regionen auch noch beträchtliche andere Landstriche den terrestrischen Organismen bald hier, bald dort zur Verfügung standen, bezüglich, daß in keinem Falle das betreffende Leben auf jene Asyle beschränkt blieb, so daß auch von diesem Gesichtspunkt das „Verschwinden" von Faunen und Floren infolge irdischer Katastrophen nicht ganz leicht zu begründen ist.

Wer aber wollte angesichts so heikler Fragen einen Vorwurf erheben, weil es unserem großen Autor nicht völlig gelungen ist, uns seinen Standpunkt durchwegs zugänglich zu machen?

Arbeiten im Interesse der Formationslehre.

Wir wenden uns jetzt einer anderen Seite der Suess'schen Wirksamkeit zu, wobei wir zunächst noch in gewissem Sinne an dessen paläontologische Arbeiten anknüpfen können.

In den Jahren, in welchen die Mehrzahl dieser Arbeiten zur Veröffentlichung gelangten, war es natürlich, daß besonders ein in Oesterreich lebender Forscher die Paläontologie nicht nur als Selbstzweck oder als Hilfswissenschaft der Zoologie (eventuell der Botanik) betrachtete, sondern daß er die betreffenden Studien wenigstens teilweise auch in den Dienst der Stratigraphie, bezüglich der Formationslehre stellte, wie das ja im Sinne der weiter oben schon über die Aufgaben der Paläontologen gemachten Bemerkungen auch heute noch zuweilen nötig ist, und schließlich auch im Interesse der — um das so auszudrücken — reinen Paläontologie liegt, die ja ohne stratigraphische Grundlagen ihren Aufgaben nicht genügen kann. Gerade in Oesterreich handelte es sich jedoch damals sowohl für Geologen als Paläontologen, besonders hinsichtlich der alpinen und karpathischen Bildungen noch in erster Linie um die genauere Feststellung des Alters und der Aufeinanderfolge verschiedener Ablagerungen, die vielfach sogar erst voneinander getrennt werden mußten, weil — wie sich herausstellte — auch manche einander petrographisch oder sonst ähnliche Schichten nicht altersgleich waren.

Die großartigen Erfolge auf diesem bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts sehr dunklen Gebiete, welche sich vornehmlich an die Namen Franz v. Hauers und seiner älteren Mitarbeiter an der geologischen Reichsanstalt knüpften [1]), ließen immerhin auch jüngeren

[1]) Für diese Beziehungen und auch für die zunächst folgenden Ausführungen kann meine Abhandlung über Franz v. Hauer im Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1899 verglichen werden, in welcher das Wesentliche über die Geschichte jener Erfolge besprochen wurde.

Talenten noch Raum zur Betätigung bei dem Ausbau des in seinen Grundmauern von jenen Forschern in relativ kurzer Zeit aufgerichteten Gebäudes, in welchem sich dann noch etwas später die Epigonen recht wohnlich einrichten konnten.

Insofern mit den Bemühungen um die Entzifferung der Altersverhältnisse der alpinen Schichtenkomplexe paläontologische Arbeiten Hand in Hand gehen mußten, hatte man bald daran gedacht, die in jenen Schichtenkomplexen auftretenden Versteinerungen zu beschreiben und für die geologische Betrachtung zu verwerten. Auch hierbei hatte Franz v. Hauer die Führung übernommen und durch eine Reihe wichtiger und grundlegender Abhandlungen die Kenntnis von jenen Versteinerungen gefördert. Dadurch bekam die Formationslehre der Ost- und Südalpen erst gesicherte Anhaltspunkte, was namentlich für die Kenntnis der mesozoischen Bildungen erwünscht war. Aber auch ein Teil der oben erwähnten paläontologischen Arbeiten von Suess muß mit Anerkennung genannt werden, wenn man der Mitwirkung verschiedener Forscher an den Bestrebungen um die alpine Stratigraphie gedenkt.

Vornehmlich gehören hierher einige derjenigen Arbeiten, welche auf die alpinen Brachiopodenfaunen Bezug hatten.

So hat Suess insbesondere durch diese Brachiopodenstudien eine zuerst von Lipold (1850) ausgesprochene Ansicht bestätigt und mit Sicherheit bewiesen, indem er die Stellung der ostalpinen Gervillienschichten als an der Basis des Lias befindlich hinstellte. Daß diese Schichten (die dann unter dem Namen Kössener Schichten bekannter wurden) später in die rhätische Formation eingereiht wurden, hat an dem Verdienst der Erkennung ihrer relativen Lage nichts geändert. Wichtig für die Kenntnis dieser Bildungen war auch deren Vergleich mit dem Bonebed in Schwaben.

Ebenfalls anläßlich seiner paläontologischen Untersuchungen hat Suess auch die Frage der Trennung des Grestener Kalks von den Kössener Schichten angeregt, indem er auf die faunistischen Verschiedenheiten der beiden Bildungen hinwies. Die „Grestener Schichten", wie sie von Suess genannt wurden, hat er sodann (teilweise gestützt auf Beobachtungen Cžižeks als ein Glied des Lias erkannt. Freilich wurden dieselben anfänglich noch mit den triadischen Lunzer Schichten zusammengeworfen, bis Lipold (1863) die letzteren davon abtrennte. Immerhin jedoch war durch Suess schon ein wichtiger Schritt zur Entwirrung der hierbei aufgetauchten Schwierigkeiten gemacht worden.

Auf Grund ihm zur Bestimmung vorgelegten Versteinerungen äußerte sich Suess auch über den braunen Jura in Siebenbürgen [1]).

Suess ist es auch gewesen, der in der Hallstätter Gegend zuerst die Hierlatsschichten aufstellte und zu einer genaueren Horizontierung der Klausschichten beitrug [2]).

[1]) Verhandl. der k. k. geol. R.-A. Wien 1867, pag. 28.

[2]) Darüber und über die Mitwirkung von Suess bei der Horizontierung der Kössener wie der Grestener Schichten vgl. auch meinen Hauer-Nekrolog pag. [70]—[72] dieser Schrift, resp. pag. 748—750 des Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. Wien für 1899.

Gleich im Anschluß an die vorstehenden Angaben sei hier noch bemerkt, daß Suess (im Verein mit F. v. Hauer selbst) auch dessen ältere Ansicht über den Dachsteinkalk zugunsten der dagegen von Stur und Lipold geltend gemachten Bedenken berichtigte und die höhere Stellung dieses Kalkes (als ungefähres Aequivalent der Kössener Schichten) erkannte [1]).

Damit sind wir schon zu der Erwähnung der direkt geologischen Untersuchungen übergegangen, welche Suess im Bereich der alpinen Gebiete anstellte. Wenn dieselben bezüglich der Klärung stratigraphischer Verhältnisse nicht durchwegs zu so glücklichen Ergebnissen führten wie seine mit paläontologischen Studien verbundenen Untersuchungen, so dürfen wir das nicht ausschließlich von unserem heutigen Standpunkt beurteilen, wo uns gewisse Zusammenhänge, die damals noch dunkel waren, klar vor Augen liegen.

Suess hat einmal in vielleicht allzu bescheidener Wertung der Forschertätigkeit im allgemeinen und auch der eigenen Arbeit die Bestrebungen der Gelehrten nach Erkenntnis mit einem Klettern von Irrtum zu Irrtum verglichen. Der Ausdruck war etwas hart, aber er enthielt insofern, wie wir alle zugeben müssen, ein Korn von Wahrheit, als ja der Beste und Größte nicht immer und nicht überall das Richtige treffen kann.

So läßt sich nicht leugnen, daß namentlich in einem Punkte die Intervention von Suess für die Bemühungen um die alpine Stratigraphie nicht so erfolgreich gewesen ist, wie in den vorangehend erwähnten Fällen. Es betrifft dies die wichtige Frage der Stellung der Werfener Schichten, welche F. v. Hauer bereits in dem heute allgemein anerkannten Sinne gelöst hatte, als Suess im Jahre 1856 diese Lösung anzweifelte und die Möglichkeit andeutete, daß jene Schichten nicht sowohl dem Buntsandstein als vielmehr dem Keuper gleichzustellen wären. Noch im Jahre 1866 hat er dann im Verein mit Mojsisovics seine Bedenken wiederholt [2]), aber dahin verändert, daß er nunmehr vermutete, die Werfener Schichten gehörten verschiedenen Altersstufen an, welchen Gedanken bekanntlich Mojsisovics dahin ausgestaltete, daß er nicht weniger als vier verschiedene Horizonte von Werfener Schichten nebst Gips- und Steinsalzvorkommen in den Ostalpen annahm. Daß dadurch in unsere alpine Geologie und speziell in die Geologie der alpinen Salzlagerstätten einige Verwirrung gebracht wurde, ist ebenfalls bekannt. Dies war, wenn man den Dingen auf den Grund sehen will, sogar einer der ersten Ausgangspunkte für die Kontroversen in der Geologie der alpinen Trias überhaupt, welche später einen so bedenklichen Umfang erreichten.

Wie schon weiter oben bei einer früheren Gelegenheit bemerkt werden konnte, handelte es sich hier um ein ähnliches tektonisches Mißverständnis wie bei der Beurteilung der Barrande'schen Kolonien und es erscheint als ein eigentümliches Geschick, daß gerade dem

---

[1]) Vgl. z. B. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. Wien 1855, pag. 724.

[2]) Ueber diese die Werfener Schichten betreffende Frage vgl. meine vorher erwähnte Abhandlung über F. v. Hauer pag. 718 [40] etc.

später durch seine tektonischen Studien so berühmt gewordenen Autor derartige Mißverständnisse nicht erspart blieben.

Wenig Bestätigung haben auch zum Teil die Ansichten gefunden, welche Suess in seinem Aufsatze über die Aequivalente des Rotliegenden in den Südalpen zum Ausdruck brachte. Wenn ich ganz absehe von den Beobachtungen, welche ich seinerzeit schon in meinen Beiträgen zur Kenntnis der älteren Schichtgebilde Kärntens jenen Ansichten entgegenstellte [1]), so haben doch die späteren, anfänglich an diese Beiträge anknüpfenden sehr eingehenden Untersuchungen von Stache und Teller namentlich im Hinblick auf paläontologische Funde unzweifelhaft gezeigt, daß die Deutung der dabei in Betracht kommenden Verhältnisse durch Suess vielfach irrig gewesen ist.

Im Zusammenhange mit jenen Darlegungen über die Aequivalente des Rotliegenden mögen hier noch kurz die anspruchsloseren Mitteilungen von Suess über das Schiefergebirge von Tergowe (Verhandlungen 1868, pag. 169) und über das Rotliegende von Val Trompia genannt sein.

Sehr beachtenswert dagegen erscheint die Arbeit, welche der Meister über die Triasbildungen von Raibl in Kärnten [2]) veröffentlichte und welche einen wesentlichen Fortschritt der auf jene Bildungen bezüglichen Kenntnis ermöglichte. Die Differenzen, welche betreffs der tieferen Schichtenkomplexe von Raibl aus diesem Anlaß zwischen Suess und Stur zum Ausdruck kamen und von denen Bittner [3]) sagt, daß zufolge der späteren Arbeit Dieners über Raibl die Meinung Sturs im Vorteil geblieben sei, sind jedenfalls von geringerer Bedeutung im Vergleich zu dem Verdienst, das jener Arbeit im ganzen zugesprochen werden darf.

Von besonderem Interesse ist auch die nicht gerade umfangreiche, aber doch inhaltsvolle Abhandlung über die Gebirgsgruppe des Osterhorns, welche im Verein mit Mojsisovics veröffentlicht wurde [4]). Der Wert derselben liegt in der Fülle von sorgsamen Einzelbeobachtungen die hier mitgeteilt wurden. Wenn später, als sich Suess vorwiegend der Behandlung großer Fragen zugewendet hatte, gar manche unter dem Einfluß seines Beispiels glaubten, mit einer gewissen Geringschätzung auf solche Einzeluntersuchungen und namentlich auf deren genauere Mitteilung herabsehen zu dürfen, so vergessen sie wohl, daß der von ihnen gefeierte Meister selbst es nicht immer verschmäht hat mit Veröffentlichungen hervorzutreten, welche mehr ein reiches, in den Einzelheiten oft unscheinbares Tatsachenmaterial als weit ausgreifende Ansichten betrafen, was teilweise auch von einigen anderen Arbeiten gilt, die im Verlauf der diesmaligen

---

[1]) Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. Wien 1870, pag. 259—274. Ich habe den Eindruck, daß diese Veröffentlichung meinem persönlichen Verhältnis zu Suess, das sich erst später trotz mancher anderer Meinungsverschiedenheit freundlicher gestaltete, nicht förderlich gewesen ist, gebe aber zu, daß ich damals als Anfänger bei der Vertretung der aus meinen Beobachtungen allerdings zu folgernden Ansichten mich einer weniger entschiedenen Ausdrucksweise hätte bedienen sollen.

[2]) Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. Wien 1867, pag. 553—582.

[3]) Jahrb. d. k. k. geol. R. A. Wien 1894, pag. 273.

[4]) Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. Wien 1868, pag. 167 etc.

Auseinandersetzungen erwähnt wurden oder erwähnt werden sollen. Ich denke hier beispielsweise an die Arbeit über Raibl oder (einem späteren Kapitel vorgreifend) an die Menge von Beobachtungen, welche Suess im „Boden von Wien" und für seine der Wiener Wasserleitung gewidmeten Studien zusammengetragen hat, eine Zusammentragung, die jedenfalls nicht der summarischen Art der Mitteilung gleicht, die manche Autoren bei der Begründung ihrer Schlußfolgerungen für ausreichend halten.

Nicht unbeachtet möchte ich bei dieser Gelegenheit lassen, daß Suess in der oben erwähnten vornehmlich die Gliederung der Trias betreffenden Abhandlung im Hinblicke auf einen Vorschlag Sturs direkt Stellung nahm gegen den Mißbrauch, der mit der Aufstellung neuer Namen ohne besondere Nötigung getrieben werde[1]. „Bei der betrübenden Reichhaltigkeit unserer Synonymik der Schichten" sollte man, wie er sagte, „doch lieber vorhandene und gute Namen brauchen, um die Dinge zu bezeichnen, für welche sie geschaffen wurden, anstatt wieder neue ins Leben zu rufen".

Gegen diesen Rat ist später allerdings gerade in der alpinen Triasgeologie viel gesündigt worden, zwar nicht von Stur, sondern von einer anderen Seite, die Suess näher stand und der durch ihre Mitarbeiterschaft gerade in dem gegebenen Falle Gelegenheit geboten war, die Ansichten des Meisters kennen zu lernen.

Schließlich sei hier noch kurz der Aufsatz erwähnt, welcher „das Dachsteingebirge vom Hallstädter Salzberge bis Schladming im Ennstale" behandelte und der in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie im Jahre 1857 abgedruckt ist.

Die Beiträge, welche Suess zum Ausbau der Kenntnis der Stratigraphie der Alpen in bezug auf mesozoische und paläozoische Bildungen in seinen älteren Arbeiten geliefert hat, dürften somit in den vorangängigen Seiten der Hauptsache nach ersichtlich gemacht worden sein. Das Ergebnis derselben ist trotz einzelner Irrtümer, die bei diesen Arbeiten entschuldbarer Weise mit unterliefen, wertvoll genug, um ebenso, wie das für die paläontologischen Studien des großen Autors gilt, die dankbarste Anerkennung zu begründen.

Geologische Schriften vermischten Inhalts.

Etwas abseits von dem Kreise, dem jene Arbeiten angehören, befinden sich einige andere Schriften geologischen Inhalts, die jedoch ungefähr noch aus derselben Periode der Tätigkeit von Suess stammen und die hier der Vollständigkeit wegen und um die Vielseitigkeit des Autors zu illustrieren, noch gleichsam anhangsweise erwähnt werden sollen.

Es sind zunächst die Mitteilungen über erratische Vorkommnisse vom östlichen Abhange des Rosaliengebirges (Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1858, pag. 101) und über eine Schichtenstörung in der Ziegelgrube

---

[1]) Vgl. l. c. pag. 192, die Anmerkung.

von Nußdorf (Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1860, pag. 84) sowie die Schriften über die Eruptivgesteine des Smrekouzgebirges in Steiermark (Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1868, pag. 32) und über das geologische Profil der Eisenbahnstrecke von Bozen bis Innsbruck (Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1867, pag. 188).

In der letzterwähnten Mitteilung machte Suess darauf aufmerksam, wie wichtig es für die geologische Erkenntnis sein würde, wenn allenthalben bei großen Bauten, besonders Bahnbauten, ein Studium der dabei gewonnenen Aufschlüsse durchgeführt und von seiten der Bauleitungen auch ermöglicht würde. Man darf sich hierbei an das Verdienst erinnern, welches sich Suess später als Präsident unserer Akademie der Wissenschaften durch die Anregung erwarb, bei dem Bau der neuen Alpenbahnen durch ein Zusammenwirken der Akademie mit der geologischen Reichsanstalt die Festlegung der insbesondere bei den betreffenden Tunnelbauten zu gewinnenden Erfahrungen zu ermöglichen. Wir wissen ja, daß dies, soweit Mitglieder der Reichsanstalt bei diesen Untersuchungen beteiligt waren [1]), auch zur Gewinnung und Veröffentlichung wichtiger Ergebnisse geführt hat, wobei ich nur an die betreffenden schönen Arbeiten von Geyer, Teller und Kossmat zu erinnern brauche, Arbeiten, die während ihrer Durchführung überdies auch von praktischem Nutzen für die bei dem betreffenden Bahnbau beschäftigten Techniker gewesen sind. Auch in diesem Falle lag aber dem Vorschlage von Suess vor Allem die Absicht zu Grunde, die Fülle von Beobachtungen nicht verloren gehen zu lassen, welche bei solchen Gelegenheiten nach Fertigstellung der Bauten nicht mehr nachzuholen sind.

Von ganz anderer Art als die vorerwähnten, im wesentlichen mehr pragmatischen Mitteilungen war eine kleine Arbeit, die Suess schon 1860 in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie [2]) veröffentlicht hatte und welche den Titel führte: „Ueber die Spuren eigentümlicher Eruptionserscheinungen auf dem Dachstein." Hier begegnen wir einem der Gedankenblitze, wie sie seiner impulsiven Art entsprangen und der denn auch das Schicksal der meisten dieser Eingebungen geteilt hat.

Schon im Jahre 1851 hatte Simony die sogenannten Augensteine des Dachsteins als Ablagerungen alter zentralalpiner Flüsse erkannt und zwischen den höher gelegenen, aus Quarz und krystallinischen Elementen bestehenden Schottern und den tiefer gelegenen diluvialen Schottern einen Unterschied gefunden. Suess gab diesen Gebilden nun die sensationelle Deutung, daß sie Produkte seinerzeit aus Spalten aufgestiegener heißer Quellen seien, welche letztere Fragmente von Quarz und Schiefergesteinen aus großen Tiefen (4000 Fuß unter dem Meere) in die Höhe gebracht und dabei abgerundet hätten.

Solche „Augensteine" sind später noch von verschiedenen Beobachtern gesehen worden. U. Schlönbach fand dergleichen im Banat,

[1]) Es handelt sich hier um die damals besonders am Wocheiner Tunnel, am Karawankentunnel und am Bosruck-Tunnel gemachten Erhebungen.

[2]) Math.-naturw. Kl. 40. Bd., pag. 428 etc. Vgl. dazu die Suess'sche Mitteilung über Quellenbildungen in den Hochalpen (Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1854; Jahrb. pag. 439).

Mojsisovics an einigen Stellen der südlichen Alpen, Geyer und Wähner haben sie aufs neue am Dachstein gefunden, Abel und Geyer am Toten Gebirge und Götzinger auf anderen Plateauflächen des Hochgebirges, wie am Schneeberg, auf der Rax, am Hochschwab und am Untersberg, aber keiner dieser Beobachter hat sich der Suess'schen Ansicht angeschlossen. Nur Schlönbach[1]) spricht von Quellenbildungen, ohne dabei Suess zu erwähnen und in der Deutung so weit zu gehen wie dieser. E. v. Mojsisovics dagegen, der doch im übrigen gewiß nicht zu den Gegnern von Suess gehörte, verhielt sich von Anfang an gegenüber der Deutung der „kleinen polierten Geschiebe" ziemlich zurückhaltend und betonte zunächst, daß die Augensteine verschiedener Lokalitäten nicht gleichzeitig abgelagert sein dürften[2]). Durch das Vorhandensein krystallinischer Gesteinsarten unter den Augensteinen wurde er dann zu der Ansicht geführt[3]), daß dieselben aus den Zentralalpen gekommen sein müßten, welcher Auffassung sich im Prinzip auch Wähner[4]) anschloß. Der letztere denkt an Ablagerungen aus alten Quertälern, wobei er den Längstälern der Alpen ein jüngeres Alter zusprechen möchte. Besonders hervorzuheben sind aber hier die neueren Untersuchungen von Götzinger[5]), der die Beziehungen des Vorkommens der Augensteine zu den morphologischen Verhältnissen der Kalkhochalpen und speziell zu den deutlich entwickelten fluviatilen Verebnungsflächen daselbst erörtert. Für die fluviatile Bildung der Augensteine und deshalb ebenfalls für einen direkten oder indirekten Zusammenhang der betreffenden durch das Vorkommen dieser Steine ausgezeichneten Ablagerungen mit fluviatilen Vorgängen sprechen endlich auch die Forschungen von Bock[6]) in den Höhlen des Dachsteins, wo die Augensteine massenhaft gefunden wurden. An eruptive Vorgänge haben alle diese Autoren nicht gedacht, und Götzinger vermutet, daß Suess selbst an seiner Hypothese nicht mehr festgehalten hat, da dieselbe „sonst auf alle Hochflächen, wo sich Augensteine finden, Anwendung finden müßte", was diesem Autor offenbar so wenig zulässig erscheint., daß er Suess eine solche Vorstellung nicht zumutete. Was er gegen jene Hypothese vorge-

---

[1]) Ueber Spaltenbildungen in den Kalken am Rande der Predetter Hochebene, nördlich von Steierdorf im Banat. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1869, pag. 269 (vgl. besonders pag. 271).

[2]) Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1870, pag. 159. Wenn derselbe Autor dann etwas später (Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1879, pag. 256) von dem Auftreten solcher Augensteine in den Spalten bosnischer Kalkgebirge spricht, wo er sie mit Bohnerzen zusammen fand und die Nähe eines Trachytganges neben der Fundstelle erwähnt, so liegt darin noch keine Zustimmung zu der erwähnten Hypothese.

[3]) Erläuterungen zur geol. Karte Ischl - Hallstatt, Wien 1905, pag. 51 etc. Hier empfahl Mojsisovics das in Rede stehende Problem einer eingehenden Aufmerksamkeit.

[4]) Geol. Bilder von der Salzach. Zur phys. Geschichte eines Alpenflusses. Schriften d. Vereins zur Verbr. naturw. Kenntnisse, Wien, Jahrgang 1893—1894, pag. 510 etc.

[5]) Zur Frage des Alters der Oberflächenformen der östlichen Kalkhochalpen. Mitt. d. Wiener geogr. Ges. 1913, pag. 39 und Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1915, pag. 275.

[6]) Bock, Lehner und Gaunersdorfer, Höhlen im Dachstein. Verlag d. Ver. für Höhlenkunde in Oesterreich 1913.

bracht hat, spricht umgekehrt natürlich für die Theorie vom fluviatilen Ursprung der Augensteine, die, wie man sieht, im Sinne Simonys wieder zu Ehren gekommen ist.

Von wiederum ganz anderer Art als die bisher in diesem Abschnitt erwähnten Mitteilungen ist der Aufsatz, den Suess in den Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kentnisse (Wien, 4. Bd. 1865) „Ueber den Staub von Wien und den sogenannten Wiener Sandstein" veröffentlichte, eine Darlegung, die mit dem Interesse zusammenhing, welches er den Gesundheitsverhältnissen der österreichischen Hauptstadt entgegenbrachte.

In dem oben genannten Verein hielt er auch einen Vortrag über den Löß (Siehe dieselbe Zeitschr., 6. Bd. 1867). Richthofens Werk über China war damals noch nicht erschienen, und so ist es begreiflich, daß in diesem Vortrag die älteren Anschauungen über das genannte Gebilde zur Geltung kamen.

Eine sehr wichtige und hoch angesehene Arbeit von Suess ist aber diejenige über die Gliederung des vicentinischen Tertiärgebirges, in welcher derselbe nicht nur eine genaue Aufzählung und Beschreibung jener älteren Tertiärschichten und der mit ihnen verbundenen Eruptivbildungen mitgeteilt, sondern auch den tektonischen Verhältnissen der betreffenden Region eine eingehende Aufmerksamkeit gewidmet hat [1]).

Im Anschluß hieran darf auch die interessante Studie über den Vulkan Venda bei Padua erwähnt werden, weil dieselbe in einem gewissen Zusammenhang mit den vorerwähnten Untersuchungen über die Eruptivbildungen des Vicentinischen gebracht werden kann. Andrerseits gehört dieselbe auch schon zu den Arbeiten, welche zu den tektonischen Studien des Meisters hinüberleiten. Sie erschien [2]) kurze Zeit vor der „Entstehung der Alpen", und im „Antlitz der Erde" kommt Suess an einigen Stellen auf diese Darstellung zurück [3]).

Dieselbe befaßt sich mit der Ruine eines erloschenen Vulkanes, also mit einem Gegenstande, der zu jener Zeit um so mehr Interesse erregen konnte, als mehr oder weniger analoge Untersuchungen auch von anderer Seite unternommen wurden und Beachtung fanden. Archibald Geikie, der später (1897) die geologische Literatur mit seinem klassischen zweibändigen Werke „The ancient volcanos of Great Britain" bereicherte, hatte seine hierher gehörigen Arbeiten bereits seit einiger Zeit begonnen [4]) und auch der erst kürzlich verstorbene J. W. Judd hatte durch seine Untersuchungen auf den Hebriden einen Beitrag zur Beurteilung der Fragen geliefert, die sich an die Beobachtung von Vulkanruinen knüpfen lassen [5]). Die Beschäftigung mit derartigen

---

[1]) 48. Bd. d. Sitzber. d. Akad. d. Wiss., I. Abt., Wien 1868.

[2]) Sitzber. d. Akad. d. Wiss. Wien Jännerheft 1875.

[3]) Z. B. Bd. 1 im Abschnitt über Vulkane u. Bd 2, pag. 184.

[4]) Vgl. z. B. den Aufsatz on the tert. volc. rocks of the brit. islands journ. of the geolog. soc. 1871, pag. 294.

[5]) On the ancient volcanos of the Hebrides and the relations of their products to the mesoz. strata, Quaterly journal of the geol. soc. 1874, pag. 220. Etwas später hat Judd, wie vielleicht noch erinnerlich sein wird, auch eine sehr bemerkenswerte Arbeit über den alten Vulkan von Schemnitz in Ungarn veröffentlicht (Quaterly journ. of the geol. soz. 1876, vol. XXXII, pag. 212) worin auch

Fragen lag also damals sozusagen in der Luft und mußte einem lebhaften, für neue Anregungen so empfänglichen Geist wie dem unseres großen Autors besonders anziehend erscheinen.

Suess konnte nun nachweisen, daß die trachytischen Ausbrüche der Euganeen im wesentlichen von einem Einzelvulkane herrühren, welcher vermutlich dem Aetna an Größe nicht nachstand. Von Bedeutung war unter anderem auch die Darlegung einer strahlenförmigen Anordnung der Gänge im Gerüste dieses Vulkanes, ein Verhältnis zu welchem bekanntlich bald nach dem Erscheinen der Suess'schen Abhandlung ein auffallendes Analogon von Doelter in dessen Beschreibung der pontinischen Inseln bekannt gemacht wurde.

Gleichfalls, wenn auch in anderer Weise als die vorher besprochene Arbeit, berühren die „Bemerkungen über die Lage des Salzgebirges von Wieliczka", welche schon im Jahre 1868 ebenfalls in den Schriften der Wiener Akademie der Wissenschaften zum Abdruck gelangten [1]), bereits das spätere tektonische Arbeitsfeld von Suess.

Im sogenannten Kloski-Schlage war infolge von Arbeiten, durch welche man das Hangende des Salzgebirges von Wieliczka zu untersuchen gedachte, im November des genannten Jahres ein Wassereinbruch erfolgt, welcher in der Oeffentlichkeit ziemliches Aufsehen erregte. Es erhoben sich Stimmen, welche den beteiligten bergmännischen Organen Mangel an Umsicht und Voraussicht zur Last legten, und auch Suess schloß sich in gewissem Sinne diesen Urteilen an. In zwei Vorträgen, die er in der geologischen Reichsanstalt hielt [2]), verlangte er eine Reform des bergmännischen Unterrichts unter Berücksichtigung einer besseren geologischen Vorbildung des betreffenden Personals, ein Gesichtspunkt, dem man allerdings an und für sich einige Berechtigung nicht absprechen konnte. Gleichzeitig schrieb er zur Erläuterung der Lagerungsverhältnisse jenes Salzgebirges den obgenannten Aufsatz.

Er suchte zu zeigen, daß in diesem Salzgebirge die Fortsetzung jener tektonischen Störungen zu suchen sei, welche die Schweizer Geologen als Antiklinale der Molasse bezeichneten, die im Westen am Mont Salève bei Genf in die dortigen mesozoischen Schichten hineinstreiche, sich in Bayern wieder erkennen lasse und der auch die Klippenreihe der mährischen Inselberge (Staats etc.) angehören sollten.

Ob die Bergleute in Wieliczka, wenn sie von diesen Dingen Kenntnis gehabt hätten, die bewußte Katastrophe hätten vermeiden können, bleibe freilich dahingestellt. Tatsache ist jedenfalls, daß am Rande der Alpen und Karpathen Störungen zu beobachten sind, an denen in der Nähe dieser Ketten auch das Tertiär teilnimmt und das ist es jedenfalls, worauf Suess die Aufmerksamkeit zu lenken wünschte. Viel mehr wollte er wohl nicht sagen. Im Uebrigen ist die Tektonik bei Wieliczka eine ziemlich verwickelte und hat später

die näheren gegenseitigen Beziehungen der zu besagter Vulkanruine gehörigen, teils einen älteren, teils einen jüngeren Habitus tragenden Eruptivbildungen behandelt werden. Judd war eine Zeit lang Hörer von Suess.

[1]) Sitzungsber. 58. Bd., I. Abt., pag. 541—547.

[2]) Verhandl. der k. k. geol. R.-A. 1868, pag. 428 und 1869, pag. 23.

bekanntlich zu lebhaften Kontroversen Veranlassung gegeben, an denen ich selbst beteiligt war. Ich gewann die Vorstellung, daß man mit der Anwendung jenes Vergleichs der dortigen Lagerungsverhältnisse mit der Schweizer Antiklinale nicht das Auslangen findet, und daß man unter allen Umständen die Tektonik des Salzgebirges im Zusammenhang mit den Störungen der benachbarten älteren karpathischen Bildungen zu beurteilen hat[1]).

Anhangsweise sei am Schluß dieses Kapitels noch erwähnt, daß in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie (1865) auch ein Aufsatz erschien „Ueber die Nachweisungen zahlreicher Niederlassungen einer vorchristlichen Völkerschaft in Niederösterreich". Erinnert man sich, daß Suess außerdem in den Schriften des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse (5. Bd. 1866) über die Grenze zwischen Geologie und Geschichte seine Ansichten entwickelt hat, so erhält man aufs neue den Eindruck von der Mannigfaltigkeit seiner geistigen Interessen, welche allenthalben über die engeren Schranken seines Faches hinauswuchsen.

Geologie des Tertiärs.

Die oben genannte Arbeit über das vicentinische Tertiär erinnert uns daran, daß die Studien von Suess sich in speziell geologischer Beziehung nicht auf die mittleren und älteren Formationsabteilungen beschränkten, wie er denn auch in paläontologischer Hinsicht z. B. durch die früher schon erwähnten Mitteilungen über tertiäre Wirbeltiere und dergleichen bekundet hatte, daß er seine Aufmerksamkeit auch den jüngeren Bildungen zuzuwenden nicht unterließ.

Das führt uns im Gange der diesmaligen Darstellung, die sich natürlich nicht absolut an die chronologische Folge der betreffenden Publikationen anschließen kann, zu einer bisher noch nicht berührten Gruppe von Veröffentlichungen, welche zwar nicht zahlreich aber doch von besonderer Bedeutung für die geologische Literatur gewesen sind. Jedenfalls ist der Einfluß, den Suess auf die Entwicklung der Geologie der jüngeren tertiären Schichten Oesterreichs und damit

[1]) Daß ich in jene Kontroversen, die sich ursprünglich auf Meinungsverschiedenheiten zwischen Paul und Niedzwiedzki beschränkten, durch die Umstände nachträglich hineingezogen wurde, habe ich in einem der Erinnerung an Paul gewidmeten Nachruf angedeutet (Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1900, pag. 545), der als ein kleiner Beitrag zur Geschichte der Anfänge der karpathischen Flyschgeologie betrachtet werden kann. Dort wird in einer Anmerkung auch ein großer Teil der relativ recht umfangreichen Literatur über die betreffende Streitfrage erwähnt. Aus der Durchsicht derselben kann übrigens hervorgehen, daß den älteren Montanisten in Wieliczka gewisse Begriffe über die Tektonik des Salzgebirges nicht gänzlich gefehlt haben. Wie immer man zum Beispiel über die schon 1842 erschienene Arbeit des Markscheiders Hrdina denken möge, zu dessen Zeit man allerdings noch keine bis zum Mont Salève reichenden Vergleiche anstellte, so viel ist doch sicher, daß man die Lagerung des Salzgebirges nicht für eine ungestörte hielt. Man mag hierzu noch vergleichen, was Suess später im „Antlitz" über Wieliczka sagt, wo er in Rücksicht auf den nördlichen Schub (l. c. pag. 286) sich auf Paul beruft, und (l. c. pag. 454, Anmerkung 76) sich auf Niedzwiedzki bezieht.

indirekt der Tertiärgeologie überhaupt, genommen hat, ein großer gewesen, ein Einfluß, der allerdings nicht ausschließlich auf die betreffenden Veröffentlichungen, sondern auch auf die Lehrtätigkeit des Autors zurückzuführen ist, was in diesem Falle vielleicht mehr als in anderen bemerkbar gewesen ist.

Wie das einigen Forschern vielleicht noch bekannt ist, wurden die Grundzüge der Einteilung des Wiener Tertiärs (und der damit verwandten Schichten Oesterreichs überhaupt) bereits in den Jahren 1845 und 1848 festgestellt und zwar durch F. v. Hauer und Moritz Hörnes, welcher letztere dann später, wie jedenfalls allgemeiner bekannt, das paläontologische Material aus jenen Schichten in grundlegender Weise beschrieb [1]). Ich habe mich darüber bereits in meiner historischen Studie über die wissenschaftliche Tätigkeit Franz v. Hauers [2]) geäußert und dort auch darauf hingewiesen, daß die Aufstellung der heute für die Glieder des Wiener Tertiärs üblichen Namen mit der Priorität bezüglich dieser Gliederung selbst nichts zu tun hat.

Es war ein ganz natürlicher Vorgang, daß man sich mit dem Ausbau der hier erwähnten Grundlagen der erwähnten Gliederung zu befassen suchte und daß man die einzelnen Lokalitäten, an denen sich die betreffenden Schichten teilweise in verschiedener Ausbildung vorfanden, miteinander, namentlich auch in Bezug auf ihre Altersfolge verglich. Eine der wichtigeren und eingehenderen Arbeiten in dieser Richtung war diejenige von Rolle, der im Jahr 1859 in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie „über die geologische Stellung der Horner Schichten in Niederösterreich“ schrieb und auf Grund paläontologischer Vergleiche diese Schichten für die ältesten des Wiener Beckens erklärte.

Diese Arbeit war es, an welche die Intervention von Suess in der Frage der Gliederung des österreichischen Miocäns zuerst anknüpfte und zwar geschah dies zunächst in polemischer Weise gelegentlich der Veröffentlichung einer seiner früher genannten paläontologischen Schriften, nämlich in seiner Studie über die Wohnsitze der Brachiopoden, welche im Jahre 1860 veröffentlicht wurde.

Hier sprach sich Suess mit Entschiedenheit gegen die erwähnte Ansicht Rolles aus. Er sagte dabei, daß eine mehrjährige detaillierte Vergleichung der Versteinerungen jener Bildungen ihn nicht daran zweifeln lasse, daß alle verschiedenen Lagen der Wiener Tertiärschichten „gleichzeitige Ablagerungen desselben Meeres seien und daß ihre Verschiedenheiten keine anderen seien, als solche, die man heute in verschiedenen Tiefenzonen z. B. des Mittelmeeres trifft“.

Dieser gewiß sehr glückliche Hinweis auf die Bedeutung fazieller Verschiedenheiten die nicht notwendig zur Aufstellung einer Gliederung nach altersverschiedenen Horizonten führen, entspricht prinzipiell demselben Gedanken, den Suess bald darauf (1862) in seinem, weiter unten nochmals zu nennenden Werke über

[1]) Die erste Abteilung dieser monumentalen Arbeit erschien 1856.
[2]) Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1899, 59. Bd., pag. 734 [56]—736 [58].

den Boden von Wien (pag. 50) weiter ausführte. Auch noch im Jahre 1863 hielt der berühmte Autor seine Opposition gegen Rolle aufrecht, denn in seiner Arbeit „Ueber die Verschiedenheit und die Aufeinanderfolge der tertiären Landfaunen in der Niederung von Wien[1]“ sagte er ausdrücklich, „daß man unrecht getan habe“, die Horner Schichten von den übrigen Bildungen des Wiener Beckens zu trennen. Er versprach anderswo das „Irrtümliche dieser Anschauung“ nachzuweisen.

Drei Jahre später erfolgte jedoch in dieser Frage eine auffällige Frontveränderung von seiten unseres großen Autors. Es erschien nämlich sein Aufsatz über die Gliederung der tertiären Bildungen zwischen dem Mannhart, der Donau und dem äußeren Saume des Hochgebirges[2]) worin Suess im wesentlichen die von ihm früher so schroff abgelehnten Ansichten Rolles sich selbst zu eigen machte und durch eine genauere Gliederung der betreffenden Schichten jene Ansichten weiter ausbaute. Diese Gliederung aber liegt seither der üblich gewordenen Einteilung des marinen Neogens in zwei „Mediterranstufen“ zugrunde, ohne daß übrigens Suess selbst in der erwähnten Arbeit einen Schnitt zwischen den beiden Stufen gemacht oder überhaupt die Lehre von den beiden Stufen näher begründet hätte. Diese Lehre scheint vielmehr, so wie Hilber einmal vermutete, in den Vorlesungen von Suess nur mündlich vor den Schülern entwickelt worden zu sein, die dann ihre eigenen späteren Arbeiten danach einrichteten und trotz der von einigen Seiten dagegen geübten Kritik daran festhielten, bis sie durch Gewöhnung eingebürgert wurde.

Als dann die beiden Stufen (allerdings ohne feste Definition oder nähere Kennzeichnung) aufgestellt waren, kam die Theorie hinzu, daß der im „Boden von Wien“ (pag. 17—20) geschilderte Einbruch des inneralpinen Wiener Beckens in der Zeit zwischen der ersten und zweiten Mediterranstufe erfolgt sei, eine Vorstellung, die entweder jenen Einbruch als einen Akt von katastrophaler Plötzlichkeit hinstellen muß, oder die für die Zeit des Absinkens der allmählich zur Tiefe gehenden Massen die Ablagerung von Zwischenbildungen zwischen der ersten und zweiten Mediterranstufe in verschiedenen Gebieten hätte in Betracht ziehen müssen. Die Existenz derartiger Zwischenbildungen, als deren Vertreter lange Zeit die sogenannten Grunder Schichten und eventuell auch der sogenannte Schlier galten, ist aber speziell im Hinblick auf die eben betonte Frage meines Wissens nie diskutiert worden und überdies ist die Stellung der betreffenden Bildungen selbst in ihren Beziehungen zu dem anderen Inhalt der beiden Stufen vielfach zweifelhaft geblieben.

Gewisse Bedenken gegen die erwähnte Stufentheorie stiegen mir zuerst anläßlich von Untersuchungen auf, die ich in Galizien ausführte. Ich habe dieselben in meiner Arbeit über die geogno-

---

[1]) Sitzber. d. Akad. d. Wiss. Wien, 47. Bd., 1. Abt., pag. 368.
[2]) Sitzber. d. Akad. 1866.

stischen Verhältnisse der Gegend von Lemberg [1]) zum Ausdruck gebracht. Sie wurden von Franz von Hauer geteilt, dagegen in schroffster Weise von Rudolf Hörnes und Theodor Fuchs bekämpft, welche sich offenbar veranlaßt fühlten, mit Zuhilfenahme des Ansehens, welches sie auf Grund ausgebreiteter Studien über das Tertiär genossen, alle etwaigen Zweifel an der Suess'schen Gliederung im Keime zu ersticken.

Da mir Unkenntnis der einschlägigen Literatur vorgeworfen wurde, sah ich mich genötigt in zwei längeren Aufsätzen, die in der Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft [2]) erschienen, eine eingehende Kritik dieser Literatur zu geben, die sich übrigens nicht bloß mit den österreichischen, sondern auch vielfach mit den französischen und italienischen Verhältnissen befaßte, welche von meinen damaligen Gegnern zur Erläuterung und Bekräftigung ihrer Anschauungen herangezogen worden waren. Ich glaube in jenen Aufsätzen mit Evidenz nachgewiesen zu haben, daß diese Literatur die auffallendsten Unstimmigkeiten aufwies, daß sich die Anhänger der bewußten Stufentheorie in die gröbsten Widersprüche verstrickten, daß ein strikter Nachweis der Gesetzmäßigkeit jener von Suess und seinen Anhängern behaupteten Aufeinanderfolge nirgends gelungen war, wie sich namentlich aus dem Vergleich der Verhältnisse verschiedener Gegenden ergab, und daß die tatsächliche Lagerung der jeweilig für die eine oder andere der beiden Stufen reklamierten Bildungen in nicht wenigen Fällen die umgekehrte war, als sie der Theorie nach hätte sein sollen. Ich habe ferner gezeigt, daß die paläontologischen Merkmale für die Unterscheidung der beiden Stufen gänzlich versagten und konnte mit einiger Genugtuung feststellen, daß dies sogar aus den Argumenten meiner damaligen Gegner hervorging, sowie daß Suess selbst (der allerdings nicht unmittelbar an der Diskussion teilnahm) der Paläontologie für die Erkenntnis der wichtigsten Phasen in der Geschichte des Mittelmeeres nur eine sekundäre Rolle zuzuweisen genötigt war [3]) insofern derselbe das Studium der Artenverzeichnisse als leicht in Irrtum führend bezeichnete und dafür von der Gesamtheit der physischen Merkmale sprach, die zu erfassen sei, um jene Phasen feststellen zu können [4]). Endlich machte ich auch auf gewisse Unzukömmlichkeiten aufmerksam,

---

[1]) Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1882, pag. 72—96, speziell pag. 74.

[2]) Berlin 1884, pag. 68—121 und 1886 pag. 26—138.

[3]) Vgl. Antlitz der Erde I. Bd., pag. 361 den Anfang des Abschnitts über das Mittelmeer, ferner ibidem pag. 454, die Anmerkung 73 und meinen Artikel des Jahres 1886 in Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., pag. 69 und 77.

[4]) Dies (siehe Antlitz ibidem pag. 454) bezog sich allerdings vorzugsweise auf den gleich speziell zu erwähnenden Schlier, hatte indessen zweifellos einen allgemeineren, das Einteilungsprinzip der Miocänschichten betreffenden Sinn.

Das Betonen der „Gesamtheit der physischen Merkmale“ hätte übrigens in diesem Falle mehr Bedeutung gehabt, wenn das betreffende Wort durch eine genauere Schilderung und Zusammenfassung dieser Merkmale für die zu unterscheidenden Schichtabteilungen unterstützt worden wäre. Es lag aber eine Art Schleier über den Grundsätzen, nach welchen die Unterscheidung der bewußten Stufen und Zwischenstufen vorgenommen wurde.

welche sich in paläogeographischer Hinsicht aus der, wie mir schien, mit mehr Heftigkeit als Geschick verteidigten Lehre ergaben, den gegenüber ich das Unrecht begangen hatte den ursprünglich von Suess selbst eingenommenen Standpunkt zu vertreten oder doch als beachtenswert hinzustellen.

Beispielsweise schien es ja doch geradezu auf der Hand zu liegen, daß das inneralpine Wiener Becken mit seinem typisch marinem Inhalt keinen vom offenen Meere gänzlich abgeschnittene Binnensee gebildet haben konnte.

Hierbei hatte ich wenigstens insofern Erfolg, als R. Hörnes[1]) zugestand, daß die Frage der Verbindung des Wiener Beckens mit den übrigen Meeren leichter gelöst werden könnte, wenn man den Schlier nicht mehr in die erste Mediterranstufe einbeziehe.

Natürlich schloß aber diese Auseinandersetzung von Hörnes mit der Versicherung, daß durch dieses Zugeständnis die Aufrechterhaltung der Trennung der ersten und zweiten Mediterranstufe kaum alteriert werde.

Mit ähnlichen autoritativen, den verschiedenen Einwänden gegen die Stufentheorie entgegengestellten Versicherungen hat man sich denn auch zumeist zufrieden gegeben. Nicht unerwähnt soll jedoch bleiben, daß auch Bittner[2]) den Zweifel an der Berechtigung einer Trennung der zu beiden Mediterranstufen gerechneten Bildungen geteilt hat. Derselbe verhielt sich zwar nicht prinzipiell ablehnend, aber stellte sich im wesentlichen auf den Standpunkt, daß durch das, was man zugunsten dieser Trennung vorgebracht hatte, die letztere nicht erwiesen worden sei.

Man hat später vorgezogen, die Polemik gegen unsere Einwürfe nicht fortzusetzen, sondern über dieselben mit Stillschweigen hinwegzugehen. Das war auch vom Standpunkt einer geschickten Taktik für den Erfolg der betreffenden Theorie das Beste. Es gibt in der Tat wenig Beispiele aus der Geschichte der modernen Geologie, an denen so schlagend gezeigt werden kann, was die Autorität einer Persönlichkeit vermag, wie an diesem Beispiele der Gefolgschaft, die eine Lehre fand, deren Begründung, wenigstens soweit es sich um Verallgemeinerungen handelte, so voll innerer Wiederspüche gewesen ist, wie die oben berührte, und welche obendrein im Gegensatz zu den ursprünglichen Ansichten ihres Urhebers aufgestellt war. Es gibt eben auch in der Entwicklung der Wissenschaft so etwas wie die Wirkungen einer Art von Hypnose, ganz abgesehen davon, daß es in der Regel bequemer erscheint, mit dem Strom als gegen denselben zu schwimmen.

Im übrigen darf nicht übersehen werden, daß Suess später im ersten Bande seines „Antlitz der Erde“ die Zahl der Mediterranstufen auf fünf festzusetzen versuchte[3]), indem er den beiden früher aufgestellten Stufen als dritte und vierte Stufe „die gesamte Reihe

---

[1]) Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1884, pag. 306.

[2]) Zur Literatur der österreichischen Tertiärbildungen. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1884.

[3]) L. c. pag. 364.

der älteren und jüngeren Pliocänablagerungen" und als fünfte Stufe „das heutige Mittelmeer mit Inbegriff der neuesten Randbildungen" zugesellte. Da der hier in Betracht kommende zweite Teil jenes ersten „Antlitz"-Bandes 1885 erschien, so fiel dieses Erscheinen in die Zeit, in welcher die Diskussion über die Stufen I und II am lebhaftesten war und da Suess auch noch später an der hier mitgeteilten Numerierung der Mediterranstufen festgehalten hat[1]), so ergibt sich, daß er gegenüber den Einwänden, die seiner Stufentheorie gemacht wurden, sich tatsächlich gänzlich abweisend verhielt, was allerdings aus der Haltung seiner engeren Gefolgschaft von vornherein hervorging. Wenn er selbst es auch unterließ, direkt gegen jene Einwände zu polemisieren und die durch dieselben aufgeworfenen speziellen Fragen zu erörtern, was vielleicht mit seiner Abneigung gegen wissenschaftliche Polemiken überhaupt zusammenhing[2]), so hat er doch durch jene Erweiterung der Stufenzahl denjenigen, die für ihn die Vertretung der Stufentheorie übernommen hatten, ein deutliches Zeichen seiner Stellungnahme gegeben. Er tat sogar etwas mehr als das, denn es ist nicht zu leugnen, daß durch die Numerierung der 5 Stufen den Nummern 1 und 2 eine größere Garantie des Bestandes verschafft werden konnte. Der öftere Gebrauch der folgenden Nummern in dem vorgeschlagenen Sinne, der sich allerdings wie es scheint, nicht einbürgern konnte, würde ja doch jeweilig die bewußte oder unbewußte Zustimmung zu der Unterscheidung bedeutet haben, welche für die beiden vorangehenden Nummern verlangt wurde.

Im Vergleich mit der Leichtigkeit, welche es Suess erlaubt hatte, seine erste Stellungnahme gegen Rolle in der Frage der Gliederung des österreichischen jüngeren Tertiärs aufzugeben, ist sein späteres hartnäckiges Festhalten an den im Anschluß an die Anschauungen Rolles entwickelten Ansichten immerhin bemerkenswert. Diese Hartnäckigkeit machte sich sogar in gewissen Einzelheiten geltend, bei denen man in Anbetracht aller sonstigen Umstände am ehesten auf eine etwas größere Elastizität der Meinung hätte gefaßt sein dürfen.

Die Stellung des Schlier als eines Zwischengliedes zwischen den Schichten von Eggenburg und den „höheren marinen Bildungen", aus welchen letzteren zuerst in den Vorlesungen von Suess und dann in der Literatur die II. Mediterranstufe wurde, hatte dieser Autor schon in seinen „Untersuchungen" des Jahres 1866 hervorheben zu sollen geglaubt. Er hat an dieser Vorstellung im ersten Bande

[1]) Vgl. zum Beispiel II. Band, pag. 384, wo die wechselnden Phasen in der Ausdehnung des Mittelmeers besprochen werden.

[2]) In der Politik hat sich Suess von Meinungskämpfen allerdings nicht fern gehalten. In der Wissenschaft mag eine solche Zurückhaltung für denjenigen leichter sein, dessen Ansichten von Freunden und Anhängern mit Eifer verfochten werden. Auch ist das Bestreben, die bloße Streitsucht unter den Gelehrten nicht aufkommen zu lassen, gewiß ein voll berechtigtes, sofern man nicht die kritische Beleuchtung von Meinungen überhaupt auszuschalten wünscht. Andernteils haben polemische Erörterungen mitunter doch den Vorteil, daß diejenigen, die sich daran beteiligen, genötigt werden können, mit der Durchführung vorher vielleicht noch nicht völlig abgeschlossener Gedankenreihen bis an's Ende zu gehen.

des „Antlitz“ festgehalten und nennt dort (l. c. pag. 399) den Schlier ein „selbständiges fremdartiges, einförmiges Schichtgebilde“, welches zwischen die I. und II. Mediterranstufe eingeschaltet sei, und noch in dem 1888 erschienenen zweiten „Antlitz“-Band (l. c. pag. 383) wird von der Zeit des Schlier gesprochen als derjenigen, in welcher sich die Ablagerungen eines „ersterbenden Meeres“ am Schluß der durch die I. Mediterranstufe bezeichneten Epoche bildeten. (Vgl. speziell dazu auch Bd. I, pag. 406.)

Das geschah, trotzdem gerade in dieser Frage selbst die intimsten Anhänger des Meisters Ansichten entwickelt hatten, die wesentlich von den seinigen abwichen. So hatte Rudolf Hörnes[1]) mit Bestimmtheit ausgesprochen, daß der Name Schlier als Etagenbezeichnung aufzugeben sei, daß speziell der oberösterreichische Schlier, der doch als der Typus dieser Bildung gilt, nicht der ersten, sondern der zweiten Mediterranstufe angehört und daß er (Hörnes) früher mit der Zuweisung dieser Schichten zum oberen Teil der ersten Stufe, wie dies der Suess'schen Gliederung entsprechen würde, einen Fehler begangen habe. So hatte besonders auch Theodor Fuchs den Schlier als eine eigentümliche Fazies aufgefaßt, welche in verschiedenen Horizonten des Neogens vorkommen könne, wie denn zum Beispiel die Pteropodenmergel des Vatikan als pliocäner Schlier gelten, mit denen Fuchs auch den Schlier bei Bologna verglich, der, wie er sagte, über Ablagerungen mit „ganz gewöhnlichen, weit verbreiteten Pliocänarten“ liegt[2]). Im Jahre 1885, gelegentlich einer gegen mich gerichteten Streitschrift (in der Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, pag. 171) sprach der Genannte sogar direkt aus, daß man den Schlier „überhaupt nicht gut zum Repräsentanten einer gewissen Altersstufe wählen könne“, was ganz mit der soeben erwähnten Ansicht von Hörnes zusammenfiel.

Es lag ja auch in der Tat nahe, einer Ablagerung wie dem Schlier, dem Suess bekanntlich auch die Salzlagerstätten der Karpathen zurechnete, nur den Charakter einer Fazies beizumessen, welche unter gewissen physikalischen Bedingungen sich in verschiedenen Zeiten in der Reihenfolge der Absätze wiederholen kann, die aber, mag auch ihre Verbreitung zeitweilig von größerem Umfange sein, nie den Typus für einen besonderen marinen Horizont abzugeben vermöchte. Dennoch hat Suess selbst in diesem Punkte seine allererste Ansicht von der Faziesnatur der verschiedenen Ablagerungen unseres marinen Neogens nicht wieder aufgenommen, wenn auch der Begriff eines „ersterbenden Meeres“, welches selbstverständlich gleichzeitig mit anderen offenen Meeren existiert hat, schon an und für sich dazu einladen durfte, den im Vergleich zu den allgemeinen Verhältnissen doch nur lokalen Charakter der betreffenden Absätze im Auge zu behalten.

Zudem darf hervorgehoben werden, daß von manchen Anhängern der Suess'schen Lehre (ohne daß dem von Suess widersprochen wurde) der Schlier nebst den ihm von Suess zugewiesenen Aequi-

[1]) Verhandl. der k. k. geol. R.-A. 1884, pag. 305—306.
[2]) Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien, 77 Bd., 1878.

valenten vielfach als Vertreter der ganzen sogenannten ersten Mediterranstufe betrachtet wurde und teilweise wohl auch heute noch wird, wie das vornehmlich für die galizische Salzformation gilt, die sich im Anschluß an die karpathischen Bildungen abgesetzt hat und unter welcher man vergeblich die anderen von Suess aufgezählten Glieder der ersten Stufe suchen würde. Wir dürfen ja nicht vergessen, daß überhaupt die angeblichen Zwischenbildungen zwischen erster und zweiter Stufe bei der Diskussion dieser Stufenfrage vielfach nach Bedarf für die Stufen selbst eintreten mußten. Darin lag doch schon an und für sich die Aufhebung der besonderen Stellung, welche Suess für den Schlier als für einen bestimmten Horizont in Anspruch genommen hatte.

Ich kann mir aber, da gerade von der miocänen Salzformation die Rede ist, nicht versagen, am Schluß dieser im Vergleich zu meinen früheren Darlegungen allerdings nur kurzen Auseinandersetzung über die Stufentheorie noch an einem speziellen Beispiel zu zeigen, wie es bei der hier mehrfach erwähnten Diskussion dieser Theorie in den achtziger Jahren herging. In seinem Beitrag zur Kenntnis der Salzformation von Wieliczka und Bochnia [1]) hatte Niedzwiedzki die Verhältnisse der Molluskenfauna von Wieliczka erörtert, wobei sich herausstellte, daß von den 30 Molluskenarten, die der Genannte aus jener Salzablagerung anführte, nach seinen eigenen Angaben 29 in der sogenannten oberen (zweiten) Mediterranstufe vorkommen, die dreißigste aber aus der noch jüngeren sarmatischen Stufe bekannt war. Daß nun aus solchem Tatbestande von dem Autor der „Wahrscheinlichkeitsschluß" gezogen wurde, die bewußte Salzablagerung gehöre der ersten Mediterranstufe an und daß Fuchs sich bei seiner Vertretung der Suess'schen Ansichten auf diese Schlußfolgerung berief [2]), zeigt wohl deutlich, daß man in der Auswahl der Argumente bei jener Vertretung nicht eben spröde gewesen ist. Geholfen hat es trotzdem, denn die Stufentheorie hat sich erhalten.

Einen weniger andauernden Erfolg, als er der Lehre von den zwei marinen Stufen des Miocäns beschieden war, hatte allerdings die Auseinandersetzung, welche Suess über diejenigen Schichten des Wiener Beckens gab, welche man bis dahin als Cerithienschichten oder brackische Stufe des Wiener Miocäns bezeichnet hatte und die man sich seither nach dem Vorgang des Meisters gewöhnt hat, die sarmatische Stufe zu nennen [3]). Nicht als ob nicht die dabei gegebenen Darlegungen in vielfacher Hinsicht für die Kenntnis dieser Bildungen und ihrer Verbreitung von Wichtigkeit gewesen wären, aber die Vorstellung, als ob hier eine besondere, auf eine Einwanderung aus borealen Gegenden zurückzuführende Fauna, gewissermaßen eine neue Aera für dieses Miocän inauguriert habe, erwies sich nicht als haltbar, wie besonders Bittner dargetan hat [4]). Der Nachweis,

[1]) 2. Teil, Lemberg 1884.

[2]) Vgl. dazu meinen Artikel aus dem Jahre 1886, pag. 73.

[3]) Ueber die Bedeutung der sogenannten brackischen Stufe oder der Cerithienschichten. Sitzungsber. d, Akad. d. Wiss. Wien, 54. Bd. 1866, pag. 218—259.

[4]) Ueber den Charakter der sarmatischen Fauna des Wiener Beckens. Jahrbuch d. k. k. geol. R.-A. 1883, pag. 131 etc. Vgl. auch Bittners Artikel im Jahrb. 1884, pag. 137.

den der Letztgenannte führte, daß die Elemente der sogenannten sarmatischen Fauna schon vor der Hauptentwicklung der Cerithienschichten vorhanden waren und daß diese Fauna nichts als eine verarmte Fauna des marinen Miocäns sei, ist auch in der späteren Literatur nicht mehr übersehen worden.

Uebrigens ist die betreffende Auffassung von Suess, insbesondere was den angeblich borealen Charakter der sarmatischen Fauna anlangt, schon vor der Intervention Bittners auch von solchen Autoren abgelehnt worden, welche sonst zur treuesten Gefolgschaft des Meisters gehörten, wie Theodor Fuchs und Rudolf Hörnes[1]).

In einem besonderen sehr bemerkenswerten Auffsatz „über die Natur der sarmatischen Stufe" hat Fuchs auseinandergesetzt[2]), daß schon in früheren Perioden der Erdgeschichte, wie dies z. B. manche Ablagerungen der Trias zeigen, Faunen auftreten, deren Zusammensetzung aus relativ wenigen, aber gesellig auftretenden Formen eine gewisse Analogie mit der sarmatischen aufweisen, daß ferner die wirklich boreale Fauna mit der der sarmatischen Schichten kaum vergleichbar ist und daß dagegen in den Bitterseen der Landenge von Suez eine artenarme Fauna lebt, die, was die Zusammensetzung und Vergesellschaftung der Formen betrifft, eine ganz auffällige Aehnlichkeit mit der sarmatischen zeigt, so daß man dieselbe als pseudosarmatisch bezeichnen kann. Die Fauna der Bitterseen aber, deren Becken vor dem Durchstich des Kanals von Suez trocken waren, ist, wie Fuchs hervorhob, aus dem Roten Meere eingewandert. Von borealen Einflüssen kann also da nicht die Rede sein. Auch R. Hörnes, der sich hierbei speziell auf Fuchs bezog, hat den betreffenden Gedanken mit gleicher Entschiedenheit zurückgewiesen[3]).

Allerdings hat Th. Fuchs später[4]) die vorher erwähnten Ausführungen Bittners auf das heftigste bekämpft. Es bezog sich dies aber nicht auf die Frage, ob man bei der sarmatischen Fauna an boreale Einflüsse zu denken habe, sondern auf die Annahme Bittners, daß diese Fauna überhaupt nicht von irgendwoher in die Gebiete des Miocänmeeres eingewandert, sondern durch das Zurücktreten einer großen Zahl von Arten aus der mediterranen-marinen Fauna hervorgegangen sei.

Doch konnte diese Polemik, die im wesentlichen sich nur auf die Behauptung stützte, daß die von Bittner angeführten Artennamen sich auf zweifelhafte Bestimmungen der Literatur bezögen, keinen besonderen Eindruck machen, da man doch nicht ohne weiteres fast die ganze paläontologische Tertiärliteratur, soweit sie hier in Betracht kam, als mehr oder weniger wertlos erklären konnte. Insofern nun aber

[1]) Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, math.-naturw. Kl. 75. Bd., Abt. I. 1877, pag. 321.

[2]) Sitzber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, math. naturwiss., Kl. 75. Bd. Abt. I, 1877, pag. 321.

[3]) Ueber die sarmatischen Ablagerungen der Umgebung von Graz, Mitt. d. naturhist. Vereins für Steiermark, Jahrg. 1878.

[4]) In dem Aufsatz „Zur neueren Tertiärliteratur" Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1885, pag. 123 etc., und schon vorher in einem Referate im neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie 1883, 2. Bd., pag. 391.

schließlch Suess selbst zugestand, daß ein großer Teil der sarmatischen Fauna aus Formen besteht, die schon früher im mediterranen Miocän existierten [1]), so war das verspätete Eintreten von Fuchs für Suess [2]) (nachdem ersterer ohnehin in der Hauptsache die Ansichten des letzteren schon früher fallen gelassen, bezüglich sogar widerlegt hatte), ziemlich gegenstandslos. Suess bezog sich in dem betreffenden Abschnitt des „Antlitz“ sogar ausdrücklich auf Bittner, ohne dessen Vorstellungen abzulehnen. Vom borealen Charakter der sarmatischen Fauna spricht er dort nicht mehr. Er erwähnt nur, daß ihm im Jahre 1866 Barbot de Marny (mit dem er vor der in diesem Jahre erfolgten Publikation seiner Arbeit korrespondiert hatte) „mit freundlichem Rate zur Seite gestanden“ sei.

Alles in allem genommen lag zur Erklärung der Eigentümlichkeiten der sarmatischen Fauna nunmehr der Schluß nahe, daß die Verarmung dieser Fauna gegenüber der reichen Entwicklung in den echt marinen Schichten zusammenhing mit der Empfindlichkeit der meisten Arten einerseits und mit der relativen Unempfindlichkeit gewisser Formen andrerseits gegen die Veränderlichkeit des Salzgehaltes der betreffenden Gewässer. Das Uebrigbleiben dieser letzteren Formen in solchen Gewässern, während die übrige mehr dem normalen Salzgehalt des Meeres angepaßte Fauna zugrunde geht, wenn dieser Gehalt sich wesentlich vermindert oder sich wesentlich steigert (wie bei den ägyptischen Bitterseen, wo die weniger anpassungsfähigen Formen von der Einwanderung abgehalten wurden) ist schließlich ein ganz einfach zu erklärender Vorgang, zu dessen Erläuterung man keiner besonderen Hypothesen bedarf. Damit hängt auch zusammen, daß eine den Cerithienschichten mehr oder weniger entsprechende Fauna sich in Ablagerungen finden kann, welche den marinen Miocänschichten gleichaltrig sind [3]), insofern z. B. Aussüßungen des Wassers am Rande eines marinen Beckens (wie durch einmündende Flüsse) jene Verarmung der marinen Fauna bedingen konnten, welche Bittner für die von Suess mit dem Namen sarmatisch belegten Absätze als bezeichnend erklärte. Ueber diesen Punkt dürfte heute eine Meinungsverschiedenheit nicht mehr bestehen, und unter diesem Gesichtspunkt hat eigentlich auch das Wort sarmatisch, welches man als einen hübschen Euphonialnamen gern beibehält, seine ursprüngliche nach dem Norden oder Nordosten Europas weisende Bedeutung

---

[1]) Antlitz der Erde, 1. Bd., pag. 414—421.

[2]) Dieses Eintreten war allerdings kein direktes, sondern richtete sich gegen einen Gegner der Suess'schen Anschauungen, konnten aber kaum anders aufgefaßt werden als ein Einspringen in die Bresche, welche für diese Anschauungen durch die gegnerischen Bedenken entstanden war, zumal Fuchs gleichzeitig auch betreffs der Frage der beiden Mediterranstufen sich gegen Bittner wendete.

[3]) Man kann sich hier vielleicht an das durch das häufige Auftreten von Cerithien ausgezeichnete marine Miocän von Abtsdorf erinnern, oder an die ebenfalls dem böhmisch-mährischen Grenzgebirge angehörige Fauna von Rudelsdorf bei Landskron, deren Eigentümlichkeiten schon Reuss dem Einfluß eines in das marine Becken einmündenden Flusses zuschrieb (vgl. dazu meine Arbeit über die Gegend von Landskron und Gewitsch im Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1901, pag. 530 und 596).

heute verloren[1]). Doch ist dies nebensächlich; der Name ist ja bequem.

Jedenfalls hat die Polemik, die in dieser Frage entstand, in mehrfacher Hinsicht aufklärend gewirkt und Gesichtspunkte zum Vorschein gebracht, die ohne die von Suess hingeworfenen Gedanken vielleicht nicht sobald zur Erörterung wären gebracht worden.

Angewandte Geologie.

Wir wenden uns jetzt einer Gruppe von Arbeiten zu, in welchen Suess sein geologisches Wissen in den Dienst der Oeffentlichkeit gestellt hat, womit nicht gesagt sein soll, daß diesen Arbeiten nicht auch vom rein wissenschaftlichen Standtpunkt ein besonderer Wert zuerkannt werden muß.

Wie schon aus einigen der vorausgehenden Hinweise hervorgehen kann, steht mit den Studien des berühmten Autors über die jüngeren Bildungen Oesterreichs wie insbesondere über das Miocän der Umgebung von Wien seine Schrift über den Boden von Wien[2]) in einem gewissen Zusammenhang. Doch beschränkt sich der Inhalt dieses Buches nicht auf geologische Ausführungen, sondern umfaßt auch Nachweise über die Wasserverhältnisse der Oberfläche wie des Untergrundes der Stadt und bespricht die sanitären Zustände der letzteren in Verbindung mit diesen Wasserverhältnissen, so daß diese Studie die Einleitung der Aktion vorstellt, welche zu der ersten Hochquellenleitung für Wien geführt hat und welche gleichzeitig mit dem Eintritt von Suess in das politische Leben verbunden war.

Bereits im Jahre 1858 hielt derselbe einige öffentliche Vorträge[3]), welche im Verein mit einigen 1861 auf Anregung der Gesellschaft der Aerzte gehaltenen Vorlesungen die Grundzüge der im „Boden von Wien“ gegebenen Darlegungen zur Kenntnis eines größeren Publikums brachten.

Jedenfalls hat aber das genannte Werk, als es dann erschien, nicht bloß auf die gebildeten Kreise des größeren Publikums die von Suess gewünschte Wirkung ausgeübt sondern auch bei den Fachgenossen[4]) lebhaften Beifall gefunden, und dieser Beifall war ein wohlverdienter, sowohl in geologischer wie in den anderen Beziehungen,

---

[1]) Allerdings wäre auch die Bezeichnung brackisch prinzipiell nicht immer zutreffend im Hinblick auf den Typus, den die oben erwähnte Fauna der Bitterseen vorstellt.

[2]) Der Boden von Wien, nach seiner Bildungsweise, Beschaffenheit und seinen Beziehungen zum bürgerlichen Leben. Wien, bei Braumüller 1862.

[3]) Ueber die Anlage artesischer Brunnen in Wien, abgedruckt in der Wiener Zeitung vom 24. und 25. Dezember 1888; vgl. dazu die Bemerkung im Boden von Wien, pag. 13 und 14.

[4]) Man kann hier z. B. daran erinnern, daß Haidinger dieses Werk mit einer besonderen Druckschrift begrüßte, in welcher das Verdienst des Autors ausführlich erläutert wurde. Jahrb. d. k. k. geolog. R.-A., 12. Bd., Verh., pag. 747. Diese Druckschrift erschien als selbständiger Artikel, nicht etwa bloß als einfaches Referat.

um die es sich bei jenen Darlegungen handelte. In geologischer Hinsicht lieferte das Werk eine in allen wesentlichen Zügen sichere Grundlage für die Beurteilung des Untergrundes eines Stadtgebiets, welches durch vielfache Verbauung dem betreffenden Studium selbstverständlich große Hindernisse entgegenstellte. Mögen auch durch spätere höchst dankenswerte Beiträge, wie sie von Wolf, Fuchs und Karrer oder durch die neueren Arbeiten von F. X. Schaffer geliefert wurden, unsere Kenntnisse von jenem Untergrunde vielfach ergänzt und erweitert worden sein, so ist Suess doch der erste gewesen, der durch die glückliche Verknüpfung äußerst sorgsamer und fleißiger Lokalfeststellungen ein zutreffendes Bild von der Beschaffenheit der Stelle gegeben hat, auf welcher die Kaiserstadt steht. Darin liegt, abgesehen von der Wichtigkeit des behandelten Themas bezüglich verschiedener praktischer Zwecke, die Bedeutung dieser Synthese, welche sich auf alle dem Autor zugänglich gewesenen oft mühsam zusammengebrachten einschlägigen Tatsachen stützt, ohne in der Richtung der Spekulation weiter zu gehen, als für das angestrebte Ziel nötig schien.

Manches, was Suess geschrieben hat, ist berühmter geworden, aber es gibt unter den Kundigen nicht wenige, welche den „Boden von Wien“ für eine seiner besten Leistungen halten, sofern der Wert solcher Leistungen nach positiven Ergebnissen beurteilt wird.

Seine im Jahre 1863 erfolgte Wahl in den Gemeinderat der Stadt Wien gab Suess die Möglichkeit, der in dem vorher besprochenen Werke aufgeworfenen Frage der Wasserversorgung dieser Stadt auch praktisch näher zu treten und die maßgebenden Kreise für eine rationelle Lösung des Problems zu interessieren.

Mit dem Studium des letzteren betraut, erstattete er in der Sitzung jener Körperschaft am 10. Juni 1864 das ausgezeichnete Referat, welches zur Errichtung der ersten Wiener Hochquellenleitung führte, die dann im Jahre 1873 eröffnet wurde. Durch die Anregung und Vorbereitung dieses großartigen Werkes hat sich Eduard Suess ein außerordentliches Verdienst erworben, dessen Bedeutung nicht geschmälert wird durch die seither nötig gewordenen, zuerst im kleineren Maßstabe bewirkten Ergänzungsarbeiten für die Wiener Wasserversorgung und auch nicht durch die später geschaffene zweite Hochquellenleitung, die gewiß ebenfalls ein hochverdienstliches Werk ist, deren Urheber aber stets anerkannt haben, daß die Arbeit von Suess für sie vorbildlich gewesen ist und daß große Segnungen für die Bevölkerung Wiens, namentlich in gesundheitlicher Hinsicht aus derselben hervorgegangen sind.

Jenes Referat aber [1]), in welchem auch wichtige geologische Studienergebnisse niedergelegt sind, erscheint ebenso wie der „Boden von Wien“ als ein Denkmal exaktester Forschertätigkeit.

Der andere große, die weitere Oeffentlichkeit betreffende Erfolg, den Suess in ungefähr derselben Zeit anbahnte und errang, nämlich

[1]) Vgl. außer dem offiziellen Bericht über diesen Gegenstand (Bericht über die Arbeiten der Wasserversorgungs-Kommission, erstattet am 31. Juli 1863 in der 210. Sitzung des Gemeinderats von Wien) auch noch Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1864, pag. 417—435.

das Werk der Donauregulierung, hat den Geologen in ihm allerdings weniger in Anspruch genommen als den mit volkswirtschaftlichen Fragen beschäftigten Politiker. Immerhin verdanken wir dem Meister auch im Zusammenhange mit dieser Tätigkeit einige nicht uninteressante gelehrte Studien „über den Lauf der Donau" und „über das Grundwasser der Donau" [1]). In den „Erinnerungen" (vgl. z. B. pag. 191 etc. und pag. 263) hat Suess noch manches Interessante über seine Beteiligung an dem großen Werke mitgeteilt und wir sehen dort, wie er sogar seinen Besuch in Aegypten gelegentlich der Eröffnung des Suezkanals zu Untersuchungen ausnützte, welche den Vorbereitungen für die Aushebung des neuen Donaubettes bei Wien zugute kamen. Dort wurde, wie er sich (pag. 208) ausdrückt, die Donaustadt, das ist der neue an dem nunmehrigen Flußbette der Donau gelegene Stadtteil von Wien, geboren.

Das Bestreben, die Wissenschaft in Berührung mit dem öffentlichen Leben zu erhalten, wie es in all diesen Arbeiten zum Ausdruck kam, ist übrigens von Suess auch in seiner späteren Zeit nicht aufgegeben worden, wenn es auch vielfach durch eine intensivere Tätigkeit auf dem Gebiete der theoretischen Geologie zurückgedrängt wurde.

Um hierbei zunächst an einige Einzelheiten zu erinnern, mag der Vortrag über schlagende Wetter erwähnt werden, in welchem Suess gewisse vom Direktor Walcher im Karwiner Revier unternommene Versuche über den Einfluß des Barometerstandes auf die Wetterführung in Bergwerken besprach, um daran einige weitere Ausführungen zu knüpfen und die allgemeinere Aufmerksamkeit auf diese für die Sicherheit der Bergleute gewiß wichtige Frage zu lenken [2]). Es mag ferner auf die Unterstützung hingewiesen werden, die er dem seither verstorbenen Professor Makowsky in der Brünner Friedhofsfrage gewährte [3]). Auch fühle ich mich verpflichtet, seine Mitwirkung bei der Lösung des Problems einer Trinkwasserleitung für Brünn hervorzuheben, wobei er den Standpunkt, den die von mir in dieser Frage ausgeführten geologischen Vorarbeiten eingenommen hatten, im wesentlichen teilte und durch seine Autorität unterstützte.

Auch er empfahl nämlich die Benützung von Quellen aus dem Gebiet der kretazischen Ablagerungen der Gegend oberhalb Brüsau, auf welches Gebiet übrigens zuerst Makowsky und der Ingenieur (und spätere Professor Friedrich) hingewiesen hatten, deren anfänglich in bescheidenen Grenzen gehaltenes Projekt indessen eine Zeitlang zugunsten eines Vorschlages, das Trinkwasser für Brünn aus

---

[1]) Oesterreichische Revue 1863, pag. 1—14, Neues Jahrb. 1864, pag. 372 und Oesterreichische Revue 1865, pag. 128—131. Der Vortrag, den Suess viel später in der Festversammlung d. k. Akad. d. Wissensch. in Wien am 9. März 1911 über die Donau hielt, darf vielleicht als ein Nachklang aus jener Zeit aufgefaßt werden, in welcher die Fragen, die sich um den großen Strom drehten, die Gemüter intensiver beschäftigten und zu allerhand, seither freilich nur teilweise erfüllten Hoffnungen anregten.

[2]) Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1885, Nr. 13.

[3]) Durch einen Brief vom 10. November 1877 den Makowsky in einem in der Brünner Gewerbekammer gehaltenen Vortrage vorlas und der dann in einer Brünner Tageszeitung abgedruckt wurde.

der Gegend von Lettowitz zu beziehen, zurückgestellt und erst auf Grund meiner Anregungen in erweiterter Form wieder aufgenommen worden war. Als dann gegen die betreffenden Vorschläge sich Widerstände zeigten und Gegenprojekte hervortraten, die zum Teil durch eine lebhafte Agitation in der Oeffentlichkeit unterstützt wurden, wurde ich veranlaßt, gelegentlich einer im österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein stattgehabten Diskussion gewisse in schroffer Weise dem von der Stadt Brünn angenommenen Projekt entgegengestellte Einwände vom geologischen Standpunkte zu widerlegen. Dieser Widerlegung schloß sich damals Suess durch erfolgreiche Beteiligung an jener Diskussion an, nachdem er schon vorher über Einladung der Stadt Brünn das Brüsauer Projekt begutachtet und sich für dieses Projekt ausgesprochen hatte [1]).

Diese letzterwähnten Beispiele illustrieren übrigens das Eingreifen von Suess in praktische Fragen nur in bezug auf vereinzelte Fälle, die sich bei zufälligen Gelegenheiten seiner Beurteilung darboten. Für die Bewertung seiner Tätigkeit auf dem Gebiet der angewandten Geologie ist es wichtiger, hier an seine Stellungnahme über die Frage der besten Art der Metallwährung zu erinnern. Bei der in dieser Richtung von ihm aufgewendeten Mühe handelte es sich nicht mehr bloß um die Wohlfahrt einzelner, wenn auch noch so bedeutender Gemeinden, sondern entsprechend der Großzügigkeit, welche seine geologisch-theoretische Tätigkeit mit der Zeit angenommen hatte, um eine Wohlfahrtsfrage von ganz universeller Bedeutung. Zugleich konnte bei Besprechung einer solchen volks- und weltwirtschaftlichen Angelegenheit neben dem Geologen auch der Politiker zum Worte gelangen, denn als Suess mit den betreffenden Studien begann, stand er mitten im öffentlichen Leben und es war damals nicht abzusehen, wohin ihn sein Stern in dieser Richtung noch führen konnte. Daß er aber später für einen Gegenstand, der ihn einmal intensiver beschäftigt hatte, noch ein lebhafteres Interesse bewahrte, ist leicht verständlich. „Die abwechselnde Beschäftigung mit geologischen und ökonomischen Aufgaben“, schreibt Suess selbst in seinen Erinnerungen [2]), mußte ihn „zu einer Frage hinführen, die an der Grenze beider Gebiete lag“. Es ist sehr lesenswert, was er dort über die näheren Beweggründe seines Versuches sagt, die öffentliche Meinung im Sinne einer bimetallistischen Einrichtung des Münzwesens zu beeinflussen, Beweggründe, die teilweise auf die Zustände des österreichischen Geldwesens zurückgingen, teilweise aber auch auf die Berücksichtigung der „dauernden und allgemeinen Interessen der Menschheit, die zu vertreten doch der Naturforscher berufen ist“. Unter diesem Gesichts-

[1]) Vgl. zu dieser Intervention von Suess den Abdruck des stenographischen Protokolls der Diskussion über den von Franz Lang in der Fachgruppe für Gesundheitstechnik des Oesterr. Ingenieur- und Architekten-Vereins am 9. März 1904 abgehaltenen Vortrag über die vauklusischen Quellen mit Berücksichtigung der Wasserversorgung der Stadt Brünn, gedruckt bei Woniker in Brünn. Meine Ausführungen siehe dort pag. 7—16. Den Beitrag von Suess siehe pag. 25—31 des Protokolls. Er enthält, abgesehen von dem Eintreten des Redners für das Brüsauer Projekt mehrere sehr interessante Bemerkungen über die Wasserversorgung verschiedener Städte.

[2]) L. c. pag. 271—273.

punkte darf man also und soll man auch nach dem Wunsche ihres Verfassers die beiden Bücher beurteilen, welche in den Jahren 1874 und 1892 im Verlage von Braumüller in Wien erschienen, und von denen das ältere „die Zukunft des Goldes", das spätere „die Zukunft des Silbers" behandelt.

Die Tendenz dieser Schriften, in welchen Suess sich gegen die Verwendung des Goldes als des alleinigen Währungsmetalls aussprach, wurde nach deren Veröffentlichung allerdings von den zünftigen volkswirtschaftlichen Kreisen vielfach bekämpft. Ueberdies schien die Annahme, daß die Quantitäten des vorhandenen und noch zu fördernden Goldes für die allgemeine Einführung der Goldwährung nicht ausreichen würden, relativ bald nach dem Erscheinen jener Werke eine tatsächliche Widerlegung zu erfahren sowohl durch den Aufschwung der südafrikanischen Goldproduktion als durch die Entdeckung der Goldfelder von Alaska. Doch muß ausdrücklich betont werden, daß Suess (Zukunft des Goldes, pag. 339) den Zeitpunkt, in welchem die Goldproduktion der Erde sich so vermindern wird, daß „dieses Metall bei zunehmender Seltenheit nicht mehr im Stande sein wird, seine bisherige wirtschaftliche Stellung zu behaupten", nicht als einen unmittelbar bevorstehenden, sondern als erst nach einigen Jahrhunderten zu erwartenden ansah. Wenn dann wieder von anderer Seite gesagt wurde, daß man sich in Währungsangelegenheiten zunächst für die Gegenwart einrichten müsse, so mögen die betreffenden Finanzkreise von ihrem Standpunkt aus ganz recht gehabt haben, für das Urteil über die Ausführungen von Suess kommt hier jedoch vor allem in Betracht, daß die weit ausblickenden Grundgedanken jener Ausführungen bis jetzt kaum endgültig widerlegt wurden.

In jedem Falle wird man auch heute noch die beiden Schriften mit großem Interesse und ebensolchem Nutzen lesen. Das gilt sowohl für die staatsmännischen Darlegungen, wie sie besonders in der „Zukunft des Silbers" in größerer Ausführlichkeit gegeben wurden, als für die Schilderungen der in Betracht kommenden Erzlagerstätten und ihrer Schicksale. Die vielseitige Literaturkenntnis des Autors, welche demselben ermöglichte, eine große Zahl von Belegen für seine Angaben vorzubringen, verleihen diesen Büchern überdies den Charakter einer wichtigen Fundgrube für das weitere Studium der berührten, teils ökonomischen, teils geologischen Fragen.

Beschäftigung mit allgemeinen Fragen. Beginn der tektonischen Studien.

Die eben erwähnten Bücher über das Gold und das Silber zeigen uns bereits Suess als einen Forscher, welcher sich in seinen Studien nicht auf die Beschäftigung mit mehr oder weniger eng lokalisierten Arbeitsgebieten beschränkt. Neben Untersuchungen der letzteren Art, die ihm, wie wir sahen, ja auch nicht fremd blieben, hatten ihn schon frühzeitig Probleme allgemeiner Natur angezogen.

wie man das beispielsweise schon aus seinen Vorträgen über die Ansichten von Bronn ersehen konnte, die oben gelegentlich der Diskussion über die Stellung von Suess gegenüber dem Darwinismus erwähnt wurden. Das Bestreben, allgemeinere Gesichtspunkte zu ermitteln, spürt man sogar schon aus einigen seiner paläontologischen Schriften heraus, wobei ich nur an die remarks on the distribution of Brachiopoda, bezüglich an die vorher schon einigemal erwähnte Arbeit über die Wohnsitze der Brachiopoden zu erinnern brauche. Unter seinen geologischen Aufsätzen aus älterer Zeit, welche die obige Bemerkung zu illustrieren geeignet sind, erwähne ich den über die einstige Verbindung Nordafrikas mit Südeuropa [1], dann den kurzen in Verbindung mit F. v. Hochstetter verfaßten Artikel über kosmogonische Hypothesen [2]. Auch solche Vorträge wie über den Begriff Zeit in der Geologie [3]) oder wie der weiter oben schon erwähnte über die Grenze zwischen Geologie und Geschichte wären hier zu nennen. Doch handelt es sich in allen diesen Fällen nicht um jene Hauptleistung des Meisters, die darauf abzielte, Gesetzmäßigkeiten oder wenigstens gewisse Zusammenhänge im Aufbau und im Entstehen der Erscheinungen zu finden, welche die verschiedenen Formen der Erdoberfläche bedingen.

Die universelle Bedeutung des Namens Suess so, wie sie sich seinen Zeitgenossen schließlich darstellte, ist jedenfalls in erster Linie verbunden mit den tektonischen Studien, welche den großen Forscher namentlich in den letzten Dezennien seines Lebens vorwiegend beschäftigt und nach und nach nicht bloß den ganzen Erdball in den Kreis seiner Betrachtung gebracht haben, sondern sogar bis auf die Himmelskörper sich erstreckten.

Gleichviel, ob wir, wie das der Meinung vieler entspricht, Suess als den Schöpfer der modernen Tektonik ansehen, oder ob wir diese Meinung im Hinblick auf die Bedeutung mancher anderen Autoren nur im eingeschränkten Sinne gelten lassen, darüber, daß er dem Studium der tektonischen Fragen einen mächtigen Anstoß gegeben hat, besteht nirgends ein Zweifel und daran wird auch für diejenigen nichts geändert, welche die vielfach zu Tage getretene Begeisterung für die betreffenden Ausführungen nicht ganz zu teilen vermögen oder doch zum mindesten in dem Ergebnis der Suess'schen Bestrebungen kein geschlossenes System erblicken.

Er selbst äußert sich über diesen Punkt, bezüglich über seine Einflußnahme auf den Fortschritt der hier in Betracht kommenden Studien in seiner Abschiedsvorlesung [4]) wie folgt:

„Als ich meine Kollegien begann, herrschte namentlich in Deutschland die Meinung, daß die Gebirgsketten symmetrisch gebaut seien, eine Gruppe ältester Gesteine bilde die gehobene oder hebende Achse und zu beiden Seiten seien jüngere Gesteine zu parallelen Zonen geordnet. So finden Sie noch in meiner eigenen Schrift über

[1]) Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1863, pag. 26—30.
[2]) Im Berg- und hüttenmännischen Jahrb., Leoben, 14. Bd., 1865, pag. 254.
[3]) Schriften des Vereins zur Verbr. naturw. Kenntnisse, Wien, III. Bd 1862/63.
[4]) L. c. pag. 3 in den Beiträgen zur Pal. u. Geol. Oesterr.-Ungarns u. d. Orients. Wien u. Leipzig 1901.

den Boden von Wien vom Jahre 1862 die Alpen als ein symmetrisches Gebirge geschildert. Freilich blieb diese Meinung nicht ganz ohne Widerspruch; fast auf jeder Versammlung deutscher Naturforscher erhob sich damals der alte Bergrat Dücker, um Einsprache zu erheben. Man hörte ihn nicht an. Aehnlich erging es Schimper. Die Autorität Leopold v. Buchs, welche sich für den symmetrischen Bau aussprach, blieb unerschüttert. Dann starb Leopold v. Buch[1]). In den maßgebenden Lehrbüchern der damaligen Zeit, wie zum Beispiel in Lyells mit Recht berühmten Prinzipien der Geologie finden Sie über diese Hauptfrage der modernen Geologen über die Frage der Entstehung der Gebirge gar keine Aufklärung." Der Redner setzte sodann in kurzer Zusammenfassung die wesentlichsten jener Gedanken auseinander, zu denen er selbst seither gelangt war und mit welchen wir uns im weiteren Verlauf der diesmaligen Ausführungen zu beschäftigen haben werden.

Wenn man von den früher (auf den Seiten [39]—[40] der heutigen Darstellung) erwähnten Arbeiten über den Vulkan Venda und über Wieliczka absieht, insofern diese Arbeiten noch mehr ein lokales Gepräge hatten, ohne dabei auf allgemeinere Gesetzmäßigkeiten abzuzielen, so wurden die tektonischen Studien von Suess eingeleitet durch einen Aufsatz über den Bau der italienischen Halbinsel[2]), welcher bereits deutlich die Betrachtungsweise erkennen läßt, die später für die betreffenden Darlegungen des Verfassers bezeichnend geworden ist. Dieser Aufsatz kann sogar direkt als ein Vorläufer der „Entstehung der Alpen" gelten. Hier wurden bereits einige der Gedanken ausgesprochen oder doch angedeutet, die man seither als zu dem ureigensten Wesen der Suess'schen Vorstellungen gehörig angesehen hat. Unter anderem wurde hier schon von Senkungsfeldern und deren Beziehungen zu Vulkanen geredet, wie denn überhaupt die Eindrücke, welche der große Autor bei seinen Reisen in Italien und den darauf bezüglichen Vorstudien erhalten hatte, in mancher Hinsicht die Richtung seiner Gedankenarbeit für längere Zeit bestimmt zu haben schienen[3]). Ein Gedanke aber fällt in den betreffenden Ausführungen, wenn man sie heute durchblättert, besonders auf. Er bezieht sich auf die angeblich geringe Stabilität der Kettengebirge.

---

[1]) Der Redner spielte hier offenbar auf die mehrfach hervorgetretene Erfahrung an, daß weniger die bei Lebzeiten großer Autoritäten gegen deren Ansichten versuchte Beweisführung, als der Tod der betreffenden Persönlichkeiten, das heißt das Aufhören ihres direkten persönlichen Einflusses die Bahn für andere Anschauungen frei macht oder eine Korrektur jener Ansichten ermöglicht. Es kennzeichnet nach Suess den Einfluß L. v. Buchs, daß Schimper, der für die Entstehung der Gebirge durch Kontraktion eintrat, seine Stellung in München aufgeben mußte und eine andere Stellung nicht mehr fand (siehe Suess in den Mitt. d. Wiener geol. Ges. 1913, pag. 13 u. 14). Hier kann verglichen werden, was in der heutigen Darstellung weiter oben (pag. [8] und [9]) und zwar zum Teil auch in der dortigen Anmerkung über die bedenkliche Einflußnahme mancher Autoritäten gesagt wurde.

[2]) Sitzber. d. k. Akad. d. Wiss., Wien, 1. Abteil. Märzheft 1872.

[3]) Wie man aus den „Erinnerungen" ersehen kann, ist Suess mehrfach in Italien gewesen. Eine seiner wichtigeren Reisen dorthin fiel allerdings erst in die Zeit unmittelbar nach dem Erscheinen des hier erwähnten Aufsatzes. Aber schon früher hatte ihn jenes Land wiederholt angezogen.

In Anbetracht der Entwicklung, welche die moderne tektonische Geologie genommen hat, ist dieser Gedanke als der Ausgangspunkt weiterer, später zu Bedeutung gelangter Vorstellungen für den Historiker unseres Faches festzuhalten.

Ebenfalls zu den die späteren tektonischen Veröffentlichungen von Suess einleitenden Arbeiten darf man die Schriften über die Erdbeben in Nieder-Oesterreich [1]) und über die Erdbeben des südlichen Italien [2]) rechnen, welche sich vielfachen und in mehrfacher Hinsicht berechtigten Beifalls erfreuten.

Sehr bemerkenswert war der hier angebahnte Nachweis, daß ein großer Teil der seismischen Vorgänge einen Zusammenhang mit den tektonischen Störungen der Erdkruste erkennen lassen und demzufolge längs der Linien solcher Störungen intensiver wirken, daß ferner die tektonischen oder Dislokations-Beben, wie man sie dann genannt hat, weil sie durch den Gebirgsbau bedingt sind, mit vulkanischen Erscheinungen nicht notwendig etwas zu tun haben, während allerdings die betreffenden Störungslinien bisweilen das Auftreten von Thermalquellen begünstigen, wie bei der Thermenlinie des Wiener Beckens, während das Auftreten von Vulkanen an denselben statthaben kann. Ein besonderer Wert wurde übrigens auf den Umstand gelegt, daß dort, wo seismische Linien aus einem Hochgebirge heraustreten, ihre Wirksamkeit am stärksten ist, wie das für die Kamplinie bei Lengbach, für die peripherische Linie der Liparen und die Erdbebenlinie der Basilikata gilt, wobei das Auftreten des Aetna und des Vultur mit den beiden letztgenannten Linien in Beziehung gebracht wird [3]).

Nicht wenige Arbeiten verschiedener Forscher haben seitdem ganz oder teilweise an diese Darlegungen angeknüpft. Insbesondere haben dieselben für Rudolf Hörnes, der nicht bloß ein Neffe von Suess, sondern auch einer der unbedingtesten (und wie wir wissen, auch streitbarsten) Anhänger desselben gewesen ist, Anregungen und Fingerzeige bei der Beurteilung der Erdbeben von Belluno [4]) und Klana [5]), bei der Abfassung seiner allgemeinen Erdbebenstudien im Jahrbuch unserer geologischen Reichsanstalt 1878 und bei der Herausgabe (1893) einer sehr geschätzten Erdbebenkunde geboten, durch welche die betreffenden Ideen und Erfahrungen mehr systematisch zusammengefaßt wurden [6]).

[1]) Denkschr. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien 1873.

[2]) Denkschr. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien 1874.

[3]) Vgl. hierzu „Entstehung d. Alpen“, pag. 85.

[4]) Mitt. d. naturw. Ver. für Steiermark 1877. Dieser Artikel ist im Anschluß an Untersuchungen Bittners abgefaßt und enthält auch eine Polemik gegen die Erdbebentheorie von Falb.

[5]) Zuerst von Stur beschrieben.

[6]) Daß auch noch anderweitige Mitteilungen und Untersuchungen über Erdbeben unter dem Einfluß der Suess'schen Ideen standen, wie z. B. die schöne Arbeit von F. E. Suess (dem Sohne unseres Meisters) über Laibach (Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1896), ist leicht erklärlich. Doch liegt es nicht in der Absicht der heutigen Darstellung, auf die hier in Betracht kommende Literatur näher einzugehen.

Es sei aber gerade im Hinblick auf die Zustimmung, welche in diesem Fall den Ansichten von Suess zuteil geworden ist, erlaubt, einen Umstand hervorzuheben, der von einem anderen Standpunkt aus beim Vergleich mit den sonstigen Meinungen des Meisters betreffs des Ganges der Erdgeschichte und somit auch der tektonischen Entwicklungen nicht übersehen werden sollte.

Der Zusammenhang vieler seismischer Vorgänge mit tektonischen Zonen, wie insbesondere mit den Regionen von Brüchen und Absenkungen, setzt voraus, daß die bewußten Vorgänge, welche im Sinne von Suess eine Fortsetzung der Gebirgsbildung in der Gegenwart bilden oder doch diese Fortsetzung begleiten, sich wohl auch in der Vergangenheit abgespielt haben. Es liegt nun keinerlei Grund zu der Annahme vor, daß dies nicht in ähnlicher Weise wie heute geschehen sein sollte. Wir wissen aber, daß selbst bei großen, nach menschlichen Begriffen katastrophalen Erdbeben die Veränderungen im Relief der Erdoberfläche zumeist von geringer Bedeutung sind. Nivellements, welche nach dem durch Wähner beschriebenen, 1880 stattgehabten Erdbeben von Agram vorgenommen wurden[1]), haben beispielsweise doch nur relativ kleine Abweichungen gegenüber dem früheren Zustande ergeben, und das große andalusische Beben (1884 bis 1885) war mit seinen Wiederholungen nicht imstande, bleibende meßbare orographische Veränderungen hervorzurufen[2]). Auch die in anderen Fällen etwa vorgekommenen Senkungen oder Hebungen, welche letzteren übrigens von Suess geläugnet wurden, haben wenigstens solche Dimensionen, wie sie für eine rasche wesentliche Veränderung des Erdreliefs in Betracht kämen, in weiterem Umfange nirgends erreicht.

Das führt doch leicht wieder zu der Vorstellung, daß das, was wir als Resultat der fraglichen Vorgänge ansehen sollen und was sich uns beispielsweise als großes Senkungs- oder Einbruchsfeld am Rande dieses oder jenes Gebirges darstellt, in der Regel der Summierung einer langen Reihe kleiner Veränderungen sein Entstehen verdankt.

Dieser Schluß ist allerdings kein zwingender, auch von Suess selbst nicht ausgesprochen worden, aber umgekehrt liegt für uns, wenn wir die Suess'schen Anschauungen zunächst nur auf Grund seiner seismischen Studien interpretieren, auch noch kein Grund vor, einen prinzipiellen Gegensatz zwischen den Ansichten von Suess und Lyell herauszufinden, welchen Gegensatz man ja von gewisser Seite stets betont und den Suess selbst nicht völlig abgeläugnet hat.

Diese Idee von der stellenweise noch gegenwärtigen Fortdauer oder doch wenigstens von der langsamen Wirkung der tektonischen Vorgänge, der wir übrigens bei Suess selbst in anderen Schriften noch mehrfach begegnen[3]), paßt so ganz in den Rahmen der Lyell'schen

[1]) Vgl. die hierauf bezüglichen Untersuchungen von Lebel und Weixler in den Mitt. des Wiener k. u. k. militärgeogr. Instituts, 15. Bd., 1896, und Franz Eduard Suess über das Erdbeben von Laibach (l. c. pag. 611 u. 612).

[2]) Vgl. Barrois, Les tremblements de terre de l'Andalusie, mémoires de la société de l'agriculture et des arts de Lille 1885, fur. XIV.

[3]) Z. B. Entstehung der Alpen, pag. 55, wo von einer Andauer der Bewegungen in verschiedenen Gebirgen bis in eine junge Zeit hinein gesprochen wird. Ich erinnere hier auch an die vorher (pag. [40] dieser Darstellung) in anderem

Ideenwelt hinein und macht gewisse Hinneigungen zu den Theorien von allgemeinen Katastrophen so entbehrlich, daß es angemessen sein mag, davon gleich bei der jetzigen Gelegenheit Kenntnis zu nehmen.

Die Entstehung der Alpen.

„Hat unsere Wissenschaft in den Jahren ihrer Kindheit durch die zu kühne Anwendung von weittragenden Hypothesen, die oft nur auf gar bescheidenes Beobachtungsmaterial sich stützen, einen sehr zweideutigen Ruf erlangt und hat sie durch eine weise Beschränkung in ihren Lehrjahren, durch das Voranstellen wirklich exakter Forschung nunmehr doch wieder ein größeres Vertrauen sich zu erwerben gewußt, so mag gegenwärtig ein Meister des Fachs wohl schon berechtigt erscheinen, die zahlreichen allerorts gesammelten Tatsachen durch mehr theoretische Betrachtungen in Zusammenhang zu bringen und den letzten ihnen zugrunde liegenden Ursachen nachzuspüren.“

Mit diesen Worten leitete Franz v. Hauer[1]) seine Besprechung des Werkes ein, welches, man kann zwar heute nicht mehr ohne Einschränkung sagen, die Fundamente der Suess'schen Ansichten über den Bau der Erdkruste enthält, denn diese Ansichten sind im Laufe der Zeit mancher Verschiebung unterworfen worden, welches jedoch von den Anhängern, bezüglich auch von den teilweisen Gegnern jener Ansichten als der Ausgangspunkt der neueren Bewegnng auf dem Gebiete der tektonischen Geologie betrachtet wird und welches den Titel führt „Die Entstehung der Alpen“. (Wien 1875.)

Dieser Titel war, wie F. v. Hauer in dem soeben erwähnten Referat noch sagte, wohl zu eng gefaßt, denn es handelte sich für den Autor nicht bloß um die Alpen und die mit denselben zunächst zusammenhängenden Gebirge, sondern weit mehr um allgemeine Ideen über Gebirgsbildung, wie sie zum Teil im Anschluß an Arbeiten anderer Forscher, besonders der Amerikaner, entwickelt wurden. Andrerseits aber war dieser Titel auch insofern nicht ganz glücklich gewählt, als er bei manchen die Vorstellung erwecken konnte, als ob in dieser Schrift eine geologische Geschichte der Vorgänge in dem von den Alpen eingenommenen Gebiete dargestellt werden sollte und so-

---

Zusammenhange erwähnte Schrift über Wieliczka. Dort wird (l. c. pag. 542) über Faltungen des jüngeren Gebirges gesprochen, „welche nach Ablagerung der Molasse durch einen längeren und andauernden Druck von den Alpen her erzeugt wurden“. Diese Vorstellung braucht allerdings nicht auf die jüngsten geologischen Zeiten bezogen zu werden, entspricht aber doch der Ansicht, daß die tektonischen Veränderungen des Erdreliefs zumeist keine besonders plötzlichen gewesen sind.

Wenn wir uns also bei der Benützung der Arbeiten von Suess daran gewöhnen müssen, daß zuweilen ein gewisser Zwiespalt in den Anschauungen des Meisters besteht, wie sich weiterhin noch deutlicher zeigen wird, so soll doch übrigens gleich hier betont werden, daß ein Autor, der durch so lange Jahre hindurch die Literatur durch seine Mitteilungen bereichert hat, nicht in jedem Zeitpunkt mit sich selbst in Uebereinstimmung sein mußte.

[1]) Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1875, pag. 181.

gar als ob überhaupt erst hier die Grundlagen für die alpine Geologie festgelegt werden sollten. Von seiten des Autors war dies sicher nicht beabsichtigt. Doch wer hat das Schicksal seiner Darlegungen ganz in der Hand, wenn sie einmal der Oeffentlichkeit übergeben sind?

Es hat zu allen Zeiten einen Heroen-Kultus gegeben, durch welchen ein bedeutender Mann gewissermaßen als Träger der Errungenschaften einer ganzen Epoche erscheint, die durch seinen Namen zu symbolisieren gesucht wird. So entsteht ein Mythus, der dann die Vorstellungen der Nachgeborenen beherrscht, aber man erweist bisweilen dem Namen eines solchen Mannes keinen besonderen Dienst, wenn man voreilig und womöglich noch bei Lebzeiten des Betreffenden mit diesem Namen vor der breiteren Oeffentlichkeit solche Errungenschaften in Verbindung bringt, welche gerade der Betreffende weder für sich in Anspruch zu nehmen berechtigt war, noch tatsächlich in Anspruch genommen hat.

Es ist unter diesem Gesichtspunkte für das Verständnis des großen Einflusses, den das eindrucksvolle Auftreten von Eduard Suess ausgeübt hat (und die Hervorhebung dieses Einflusses gehört zu den Pflichten eines Historikers) nicht gleichgültig zu sehen und festzuhalten, wie bei begeisterten Anhängern des Meisters ohne dessen Dazutun das Verdienst der „Entstehung der Alpen“ bewertet und auf Gebiete bezogen wurde, die in jener Schrift kaum berührt worden sind.

Man darf sich hierbei vielleicht wieder an jene, anläßlich der Vollendung des großen Schlußwerkes von Suess über das Antlitz der Erde verfaßte Besprechung erinnern, welche Prof. Th. Fuchs im Jahre 1909 in der Wiener „Neuen freien Presse“ veröffentlicht hat [1]) und auf welche in den gegenwärtigen Seiten schon einmal bei einer anderen Gelegenheit [2]) hingewiesen wurde. In den einleitenden Bemerkungen dieser Besprechung wird auf einige Momente des wissenschaftlichen Entwicklungsganges von Suess, auf dessen mit der Zeit bemerkbar gewordenen Gegensatz zu Lyell und schließlich auf die „Entstehung der Alpen“ hingewiesen, als auf ein Werk, welches die Nebel, welche bis dahin „über der Geologie Oesterreichs und Ungarns gelagert“ waren zu zerstreuen vermochte, so daß nunmehr sich „die Grundzüge des geologischen Aufbaus der Alpen und Karpathen zu enthüllen begannen.“

Was durch diese Auffassung und die daran von Fuchs geknüpften, sogleich zu erwähnenden Bemerkungen aber vollkommen verhüllt wird oder wurde, daß sind die Ergebnisse der Arbeiten der geologischen Reichsanstalt, welche zur Zeit als jene Schrift erschien, schon durch ein Vierteljahrhundert hindurch an der Feststellung jener Grundzüge erfolgreich gearbeitet hatte. Zwar erwähnte Fuchs diese Arbeiten ganz im allgemeinen und gab zu (was übrigens Suess selbst wiederholt anerkannt hat), daß dieselben „eine reiche Fülle geologischer Erfahrungen“ geboten hätten, aber er meinte, daß letztere dem von Suess verfolgten Zwecke nicht genügen konnten, „da diese Untersuchungen von ganz anderem Gesichtspunkte ausgingen und andere Ziele verfolgten“. Zu diesem von Suess damals verfolgten Zweck rechnet aber

[1]) Nummer vom 4. November 1909.
[2]) Vgl. pag. [20] dieser Darstellung.

Fuchs die Einreihung der alpinen Sedimente in die normale Schichtenreihe der außeralpinen Formationen! Suess habe da erst in zehnjähriger Arbeit die Schwierigkeiten beseitigen müssen, welche sich dem Vergleich der alpinen mit den außeralpinen Faunen und Floren in den Weg stellten, wozu noch das ganz fremdartige Gepräge der „gewaltigen Kalk- und Dolomitgebirge“, und nicht minder der Gosaubildungen der Alpen gekommen sei, was den Vergleich mit den anderwärts bekannten Bildungen noch mehr erschwert habe. Dazu sei noch die Sandsteinzone des Flysch mit ihren Rätseln zu berücksichtigen gewesen.

Mit anderen Worten, es sieht nach dieser Darstellung so aus, als ob die ganze Stratigraphie der alpinen Bildungen erst von Suess hätte geschaffen werden müssen, ehe er an seine tektonischen Spekulationen schreiten konnte. Es sieht so aus, als ob die Geologen der Reichsanstalt selbst bezüglich der Formationslehre jahrelang höchstens Bausteine zusammengetragen hätten, die erst später von einem großen Baumeister zu der Errichtung eines grandiosen Gebäudes benutzt wurden, etwa im Sinne des Schiller'schen Spruches „Wenn die Könige bauen, haben die Kärrner zu tun“.

In Wahrheit waren die schwierigsten der stratigraphischen Probleme der Alpen, schon lange vor dem Erscheinen der Entstehung der Alpen durch Franz v. Hauer und seine Mitarbeiter von der Reichsanstalt gelöst, und schon im Jahre 1871 erschien das letzte Blatt der großen Hauer'schen geologischen Uebersichtskarte der Oesterreichisch Ungarischen Monarchie, deren Entwurf sogar bereits 1864 in einer Sitzung der Reichsanstalt vorgelegt werden konnte, während der Druck der dazu gehörigen Erläuterungen 1873 abgeschlossen wurde, ohne welche grundlegende Arbeit es überhaupt niemandem möglich gewesen wäre, den österreichischen Alpen oder den mit ihnen verbundenen Gebirgsketten mit so ausgreifenden tektonischen Theorien näher zu treten, wie sie bei Suess gefunden werden.

Inwieweit Suess sich an den Arbeiten beteiligt hat, die zur Begründung der Formationskunde für die alpinen Gebiete Oesterreichs führten, konnte in diesen Seiten weiter oben [1]) nicht ohne Anerkennung des betreffenden Verdienstes dargelegt werden. Daß aber beispielsweise nicht er es war, dem man verdankt, daß die Ablagerungen von St. Cassian, die man, wie Fuchs ganz richtig anführt, früher für paläozoisch, jurassisch und selbst für kretazisch gehalten hatte, zur Trias gestellt werden konnten oder daß man die Gosauschichten nicht mehr für tertiär hielt, das ist für jeden klar, der sich die Mühe nimmt, in die geologische Literatur der fünfziger und sechziger Jahre des vorigen Jahrhunderts einen Blick zu werfen [2]). Ebenso wird man finden, das Suess über den Flysch von dem Fuchs spricht, über-

---

[1]) Vgl. den Abschnitt betreffend die von Suess im Interesse der Formationslehre ausgeführten Arbeiten.

[2]) Ich glaube in meinem Nachruf an Franz v. Hauer (Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1899, pag. 679—827 und speziell pag. 715—792) unter Anführung der betreffenden Belege, genügend dargetan zu haben, wem das Hauptverdienst an der Feststellung der alpino-karpathischen Stratigraphie und Formationslehre zukommt.

haupt keine besonderen Studien gemacht hat. Man sollte meinen, der große Meister habe trotz der Bedenken, die gegen einige seiner Ansichten bestehen, so viel eigene Verdienste, daß man nicht nötig hatte, die letzteren durch einen Zuwachs von fremdem Gute zu vermehren[1]).

In einem Punkte aber hatte Fuchs bei seiner Darlegung recht. Die vielgerühmte Schrift über die Entstehung der Alpen zeigt deutlich, daß Suess sich von dem Einflusse der Methode Lyells bereits gründlich frei gemacht hatte.

Dem Geiste dieser Methode hätte es entsprochen (und das hätte vielleicht mancher auch nach dem Titel des Werkes erwartet), daß der Autor versucht hätte, ein Bild von der allmählichen Entwicklung des alpinen Gebietes zu geben, die verschiedenen Phasen dieser Entwicklung zu beleuchten, mit einem Worte den erdgeschichtlichen Prozeß zu verfolgen, der schließlich zu der Entstehung des bewußten Gebirges geführt hat, das sich ja kaum mit einem Schlage erhoben hatte, wenn auch der letzte Akt dieser Erhebung sich erst innerhalb der jüngeren geologischen Zeitalter abspielte. Man konnte z. B. eine Diskussion der im Verlauf der Epochen abwechselnden paläogeographischen Beziehungen erwarten, wie sie sich aus dem Gesteinscharakter und den organischen Resten der mannigfaltigen Bil-

---

[1]) Man hört bisweilen auch die Meinung, es sei eigentlich für Hauer und die Begründer der alpinen Stratigraphie Oesterreichs ziemlich leicht gewesen, ihre großen Erfolge zu erzielen. Sie hätten eben ein nahezu freies und so gut wie unkultiviertes Arbeitsfeld vor sich gehabt, bei dessen Inangriffnahme ihnen zahlreiche Früchte gleichsam von selbst hätten in den Schoß fallen müssen. Die Schwierigkeit des Eingehens auf eine umfassende Literatur, wie sie heute vorliegt, sei ihnen überdies erspart geblieben.

Daß ein jungfräulicher Boden mehr Früchte tragen kann, als ein solcher, der durch lange Kultur (ohne entsprechende Nachhilfe) gleichsam ausgesogen ist, mag ohne weiteres zugestanden werden, daß jedoch das Urbarmachen dieses Bodens leichter ist als seine spätere Bebauung, wird doch wohl nicht von jedermann angenommen werden. In dem gegebenen Falle bleibt es zudem recht fraglich, ob jedem beliebigen Arbeiter die Urbarmachung des genannten Arbeitsfeldes in so überraschender Weise geglückt wäre wie unseren alten Geologen der Hauer'schen Schule.

Wer sich an der Hand der älteren, heute allerdings infolge der oben berührten Mühsal des Literaturstudiums etwas vernachlässigten alpinen Literatur überzeugt hat, in wie kurzer Zeit die alpine Formationslehre auf eine feste Basis gestellt wurde, deren erste Grundsteine Hauer sogar schon vor dem Beginn der Arbeiten unserer Reichsanstalt im Laufe weniger Jahre gelegt hat, und wer dabei im Auge behält, auf welche Irrwege die allerdings nicht zahlreichen Vorgänger unserer älteren Reichsgeologen teilweise gelangt waren oder wie ratlos sie vielfach den betreffenden Problemen gegenüberstanden, wird denn doch das geistige Verdienst der Männer, die sich diesen Problemen gewachsen zeigten, nicht allzu gering einschätzen.

In keinem Fallle ist es der modernen tektonischen Geologie trotz eines großen Aufwandes von Geist und Wissen gelungen, mit den Aufgaben, die sie in den Alpen fand, schneller und dabei ebenso zufriedenstellend fertig zu werden als dies den Begründern der alpinen Formationslehre mit den ihrigen gelang. Diese Erkenntnis, welche, soweit sie nicht schon ohnehin für viele zum Durchbruch gelangt sein sollte, in den gegenwärtigen Seiten eine Ergänzung finden dürfte, sollte wohl dazu beitragen, zu beweisen, daß es auch in der Geologie nicht überall leichter ist, einen Pfad zu finden, als auf einem schon gefundenen zu wandeln. Wer ein anderes Gleichnis vorzieht, kann hier auch an das Ei des Columbus denken, das nicht jeder auf die Spitze stellen konnte, der es versuchte.

dungen oder aus Diskordanzen der Lagerung ergaben. Man kannte Bildungen der tieferen und der flacheren See. Richthofen hatte bereits seine später von anderen weiter verfolgten Ansichten über alpine Korallenriffe ausgesprochen. Man hatte den Nachweis des Vorkommens von Kohlen und Landfloren in sehr verschiedenen Formationsabteilungen geführt. Konglomerate, die ebenfalls nicht auf eine Bildungsepoche beschränkt waren, deuteten ebenso wie jene Landfloren das Auftreten festländischer Massen zu gewissen Zeiten an, während die Salzlager (triadisch in den Alpen, tertiär in den Karpathen) die zeitweise und stellenweise Anwesenheit von nur partiell mit dem offenen Meere verbundenen, küstennahen Buchten verrieten. Die räumliche Verbreitung der verschiedenen Bildungen sowohl im horizontalen als namentlich bei den jüngeren Ablagerungen auch im vertikalen (d. h. deren Höhenlage betreffenden) Sinne konnte ebenfalls zn Schlußfolgerungen benutzt werden, wie nicht minder die faziellen Verschiedenheiten gleichaltriger Faunen. Auch Untersuchungen über das geologische Alter gewisser Täler hätten Anhaltspunkte für die Beurteilung der Vorgänge liefern können, die für die Entstehungsgeschichte des Gebirges in Betracht kommen.

Von alledem ist jedoch in der „Entstehung der Alpen“ gar nicht oder doch nicht in dem Zusammenhang einer historischen Darstellung die Rede. Das Gebirge wird, was ja an sich, wenn man nur an das Endresultat der betreffenden Gebirgsbildung denkt, eine gewisse Berechtigung hat, als ein in jüngster Zeit emporgestiegenes betrachtet, ohne daß aber die verschiedenen Phasen der Bewegungen, welche diesem Endresultat seit langer Zeit vorausgingen, in den Kreis der Betrachtung gezogen wurden.

Im Hinblick auf die nicht ganz geringe Mannigfaltigkeit von Umständen, welche so eben als für diesen Fall berücksichtigenswert angedeutet wurden, ist die Bezugnahme auf die geologischen Ereignisse, welche sich in den vortertiären Zeiten im Raume unseres mitteleuropäischen Hochgebirges abgespielt haben müssen, in der „Entstehung der Alpen“ jedenfalls eine sehr dürftige.

Am Beginn des sechsten Abschnitts des Buches redet Suess über die Senkungsgebiete, welche Dana, wie dort hervorgehoben wird, in einer gewissen Uebereinstimmung mit Anschauungen von Herrschel, James Hall und Le Conte besprochen und als Geosynklinalen bezeichnet hat. Man weiß ja, wie im Sinne dieser Anschauungen solche Geosynklinalen für die Entstehung von Gebirgen zur Voraussetzung gehören sollen. Suess gesteht nun, es sei ihm nicht klar, wie durch Senkung und Erweichung einer ausgedehnten Fläche des Meeresbodens Gebirge entstehen können, „welche auch nur einige Aehnlichkeit mit unseren großen, an ihrer Außenseite regelmäßig gestalteten und nach außen überschobenen Ketten hätten.“ Nichtsdestoweniger spreche die Art der Entwicklung der mesozoischen Sedimente der Alpen in vielen Fällen für die Annahme Herrschels. Unser Autor spricht dann (l. c. pag. 98) von der größeren Vollständigkeit der sedimentären Serie in den Alpen gegenüber der „Lückenhaftigkeit“ der Absätze in den dem Gebirge vorgelagerten Regionen und hält es für festgestellt, daß „in den nördlichen Ostalpen die

minder pelagischen Zonen der rhätischen Stufe zu unterst liegen und daß über denselben die Ablagerungen immer tieferen Meeres folgen, so daß „hier ein tatsächlicher Beweis von lange andauernder Senkung innerhalb des Gebiets der heutigen Ostalpen vorliegt.“ Er macht dann eine kurze Bemerkung darüber, daß man in den Kalkalpen manchmal eine Zunahme der pelagischen Merkmale gegen Süd wahrnehmen könne und redet von der geringen Vertretung von Schichten mit eingeschwemmten Süßwasserconchylien an der Grenze von Jura und Kreide. Darauf aber, d. h. auf diese wenigen Seiten am Beginn des genannten Kapitels, beschränkt sich so ziemlich das, was er über die geologische Vorgeschichte der Vorgänge sagt, die zur Auftürmung des heutigen Alpengebirges führten.

Es soll zwar nicht übersehen werden, daß Suess trotz einer gewissen Hinneigung zur Annahme großer Gewaltakte bei der geologischen Entwicklung sich die Entstehung der Alpen nicht vollständig als mit einem Schlage geschehen vorstellte, da er ja die betreffende Gebirgsbildung noch nicht für abgeschlossen hielt[1]). Immerhin nahm er, wie zunächst zur Verständigung über den bloßen Tatbestand aufs Neue betont werden muß, auf die älteren tektonischen Vorgänge, die im Raume der Alpen stattgefunden haben, in dem hier besprochenen Buche kaum Rücksicht.

Um einen Vergleich mit der eigentlichen Geschichte heranzuziehen, war es so, als ob jemand die Geschichte eines Landes erst seit einem der letzten umwälzenden Ereignisse datieren, und zum Beispiel die Geschichte Frankreichs mit der großen französischen Revolution beginnen, die Zeiten der früheren Bourbonen aber kaum berücksichtigen und ebenso von den Karolingern und Merowingern oder gar von der Zeit des Vercingetorix nichts weiter sagen würde.

Insoferne jedoch als eine eingehende erdgeschichtliche Darstellung in dem oben angedeuteten Sinne gar nicht in der Absicht von Suess gelegen gewesen ist, kann diesem aus jener Unterlassung sachlich absolut kein Vorwurf gemacht werden, wohl aber scheint es wünschenswert, einmal auf das hinzuweisen, was in seinem Buche eben nicht zu finden war und was trotzdem manchen Zeitgenossen, wenigstens vom formellen Standpunkte aus, nicht als eine Inkongruenz zwischen Inhalt und Titel des Werkes aufgefallen ist, daß heißt, sofern diese Zeitgenossen nicht ebenfalls auf einem den Grundvorstellungen Lyells so entgegengesetzten Standpunkte sich befanden, wie er beispielsweise von Fuchs, und wie wir sehen werden auch von anderen dem Meister wohl nicht ganz ohne Grund zugeschrieben wurde, oder sofern diese Zeitgenossen in der Begeisterung für die ihnen durch das Werk gebotenen Anregungen eine Inkongruenz in diesem Fall von vornherein für ausgeschlossen hielten.

Keinesfalls sollte man übersehen, was Suess selbst von der Tendenz seines in Rede stehenden Buches sagt, wenn er dort (pag. 11) betont, es handle sich darin „um Ermittlung der ersten Ursachen der Entstehung der Gebirge.“ Von einer Absicht, die geologische Geschichte

[1]) Vgl. hier das vorhin bei der Besprechung der Ansichten unsres Autors über Erdbeben Gesagte.

speziell der Alpen nach ihren Entwicklungsphasen zu behandeln, sagt er nichts und auch später in seinen „Erinnerungen“, wo er (pag. 267) eine kurze Skizze der damals von ihm behandelten Fragen gibt, stellt er eine derartige erdgeschichtliche Darstellung nicht als beabsichtigt gewesen hin.

Die Hauptsache bei der in Rede stehenden Schrift ist in der Tat der Entwurf einer die Bildung der Kettengebirge betreffenden Theorie und zwar der Theorie vom einseitigen tangentialen Schub, der einerseits mit der Aufstauung der bewegten Gebirgsmassen gegen stabilere alte Festlandsmassen an der sogenannten Außenseite des neu zu bildenden Gebirges verbunden gedacht wird und welchem andrerseits oft auf der sogenannten Innenseite dieses Gebirges ein Absinken großer Teile desselben in die Tiefe entsprechen soll. Dabei wird speziell mit solchen Senkungsfeldern das Auftreten vulkanischer Eruptionen in Verbindung gebracht.

So erklärt sich nach Suess (und das ist für die späteren Betrachtungen festzuhalten), der einseitige Bau, den er den meisten Gebirgen zuschreibt, wie er beispielsweise bei den Karpathen ganz augenscheinlich ist, wo ihn schon Franz v. Hauer erkannt hatte, ohne allerdings mit dieser Erkenntnis den Begriff einer allgemeinen Gesetzmäßigkeit zu verbinden, und wie ihn auch schon Ferdinand v. Hochstetter für den Balkan sowie für den Ural festzustellen versucht hatte.

Was das Auftreten von Eruptivbildungen auf der Innenseite der Ketten betrifft, so schienen die Verhältnisse der italienischen Halbinsel, der Karpathen [1]) und auch die des nördlichen Böhmen, wo sich auf der Abbruchseite des Erzgebirges die bekannten Basalt- und Phonolitberge, sowie eine Region von Thermalquellen befinden [2]), die vorgebrachte Anschauung besonders zu unterstützen. Die nach außen konvexen Bogenformen aber, welche so viele Gebirge (und Inselreihen) auf den Landkarten aufweisen, galten dem Autor jedenfalls als ein Wahrzeichen jenes einseitigen Schubes, der auf diese Weise gegen die Bogenmitte kräftiger gewirkt haben mußte als gegen die Bogenenden, was allerdings nicht näher begründet wurde, und worauf bei einer späteren Gelegenheit zurückzukommen ist.

Die Veröffentlichung der „Entstehung der Alpen“ wirkte insofern revolutionär, als man gerade die Alpen (wie Hauer in dem oben zitierten Referat sich ausdrückt) als das Muster eines zweiseitig gebauten Gebirges betrachtet hatte und als Suess selbst früher, z. B. in der Einleitung zu seinem „Boden von Wien“ der symmetrischen Anordnung der verschiedenen Formationszonen der Alpen Rechnung getragen hatte.

Im Sinne der Veröffentlichung von 1875 aber wäre diese Symmetrie nur eine scheinbare, hervorgerufen durch das Herantreten anderer Ketten an die eigentlichen Alpen, von denen überdies Apenninen, dinarisches Gebirge sowie die ungarischen und kroatischen

[1]) Vgl. z. B. pag. 147 des besprochenen Buches.

[2]) Betreffs des Erzgebirges siehe pag. 74 des Buches.

Mittelgebirge als dazu gehörige, gleichsam einen Fächer bildende Ausstrahlungen betrachtet wurden.

Das Bild dieses nach Osten und Südosten geöffneten Fächers wie es auf den Karten erkennbar wird, wurde allerdings damals mit den anderen Teilen der Theorie nicht organisch verbunden. Wie sich dieser Fächer zu der Senkung im Süden der Alpen verhält, wie die durch Ungarn ziehenden, bezüglich aus dem ungarischen Flachlande auftauchenden Ketten durch die Stauung im Norden der Alpen beeinflußt und dabei aus der großen Senkung ohne ein ihnen direkt vorliegendes und jenen stauenden Massiven entsprechendes Widerlager emporgepreßt wurden und insbesondere wie wieder die weiter westlich von Süden her an die Zentralalpen angepreßten Gebirgsmassen das der Theorie gemäß dort zwischen ihnen und den Zentralalpen befindlich gewesene Senkungsfeld überwältigt haben, das alles wurde damals nicht näher ausgeführt. Ebensowenig wurde auf den scheinbaren Widerspruch eingegangen, der zwischen dem Bilde des ausstrahlenden Fächers und der Vorstellung von der Anpressung der Südalpen an die Zentralalpen besteht.

Die erst später zu großer Ausbildung gelangte Lehre von gewaltigen Ueberschiebungen hat manche sich an diese Undeutlichkeiten knüpfenden Bedenken für viele wohl als unbedeutend erscheinen lassen, während sich auch die Stellung des dinarischen Gebirgszuges und dessen Bedeutung für den erwähnten Fächer verschob. Gewisse Bedenken aber, welche die Anhänger der alten Lehre von dem symmetrischen Bau der Alpen gegenüber der neuen Auffassung mit dem beiderseits gebirgswärts gerichteten Einfalles jüngerer Bildungen zu begründen suchten, wurden nicht angenommen, und das betreffende Verhältnis wurde dann überdies durch die sogenannte Rückfaltung erklärt. Doch darüber kann später noch gesprochen werden. Hier handelt es sich nur um den Inhalt der ursprünglichen Hypothese.

Eine bestimmte Gesetzmäßigkeit für die Richtung des einseitigen Schubes wurde von Suess nicht behauptet. Für die europäischen Gebirge wurde ebenso wie für die nordamerikanischen eine vorherrschend nördliche Richtung des horizontalen Schubes angenommen, während in Zentral-Asien eine vorherrschend südliche Richtung dieses Schubes als geltend gedacht wurde. Daneben mußte natürlich die Existenz meridionaler Gebirge wie des Urals als Besonderheit anerkannt werden.

Ein wichtiger Umstand für die Beurteilung der von Suess über Gebirgsbildung in der besprochenen Schrift entwickelten Ansichten ist jedenfalls (vgl. z. B. pag. 64), daß die unmittelbare Hebung der Ketten, wie sie älteren Ansichten zufolge statthatte, geläugnet wurde, daß die Aufrichtung dieser Ketten dagegen als eine nur mittelbar erfolgte hingestellt wurde, wie sie durch den Widerstand der weniger beweglichen Teile der Erdrinde bei der Kontraktion der letzteren bedingt erschien. Die hierbei wirkende Kraft durfte als eine ungefähr in einer horizontalen Richtung zur Geltung gelangte gedacht werden. Das Vorhandensein von deutlichen Horizontalverschiebungen, worauf Suess ausdrücklich hinwies, spricht nach ihm besonders für die Annahme von derartigen Druckwirkungen. Weshalb jene Kraft aber

überall einseitig wirksam gewesen sein mußte, wurde kaum näher begründet. Es ist warscheinlich, daß die Betrachtung der oben schon erwähnten Bogenformen gewisser Ketten in Verbindung mit der Berücksichtigung des tatsächlich einseitigen Baues einiger Gebirge zu der Vorstellung des einseitigen Horizontalschubes geführt hat, worüber ebenfalls später noch zu sprechen sein wird,

Inwieweit aber der einseitige Bau gewisser Gebirge stets oder ausschließlich durch Absinken einer Hälfte derselben bedingt wurde oder wenigstens teilweise schon in einer ursprünglich mehr oder weniger einseitigen Verbreitung gewisser Gebilde (wie z. B. des Flysch in den Alpen und besonders in den Karpathen) begründet sein konnte, wurde nicht näher erörtert. Freilich war auch eine derartige Erörterung nicht naheliegend für jemand, der die mehr allmähliche und deshalb vor dem Absatz gewisser jüngerer Bildungen bereits begonnene Aufrichtung der Kettengebirge wenig in Betracht zog, durch welche diesen jüngeren, später von der Faltung mitergriffenen Bildungen von vornherein eine Schranke der Verbreitung gesetzt werden konnte.

Mit der Hypothese vom einseitigen Schub hing übrigens auch für Suess die Vorstellung zusammen, daß die Gebirgsketten keine zentrale Hebungsachse besitzen, von welcher im Sinne älterer Annahmen ein Druck nach den beiden Außenseiten der Ketten ausgegangen wäre. Daß aber aus der Abläugnung solcher Hebungsachsen nicht notwendig die Annahme der Einseitigkeit der gebirgsbildenden Bewegungen folgt, wurde allerdings auch nicht weiter berücksichtigt.

Dem Widerstand, den Suess der Hebungstheorie entgegensetzte, entsprach auch, daß er den Vulkanen eine besondere hebende Kraft nicht zuerkannte, wobei er vielfache Zustimmung fand, wie ich denn auch meinerseits in meiner Schrift über den Demavend mich dieser Auffassung ohne weiteres anschloß, welche letztere allerdings in neuerer Zeit wieder mancher Einschränkung unterworfen zu werden scheint.

Ein wesentlicher Punkt in den Ausführungen unseres großen Autors ist auch, daß er unzweideutig Stellung nahm gegen die Annahme sogenannter sekularer Hebungen, und überdies ist hervorzuheben, daß Suess hier zuerst seine Ideen über Transgressionen und insbesondere über die Transgression der oberen Kreide entwickelte, welche für die spätere Literatur auf dem einschlägigen Gebiete so einflußreich geworden sind. Man braucht sich nur daran zu erinnern, daß diese Lehre von den Transgressionen im inneren Zusammenhang steht mit den Ansichten unseres Autors über sekulare Veränderungen des Meeresspiegels. Auf diesen Punkt muß ebenfalls wie auf andere der soeben erwähnten Anschauungen im Verlaufe der weiteren Darstellung noch zurückgegriffen werden, da die betreffenden Erörterungen nicht gut außer Zusammenhang gebracht werden können mit den Ausführungen über das „Antlitz der Erde".

Noch wären bei der gegenwärtigen Besprechung verschiedene Einzelheiten zu erwähnen, welche zwar mit den Hauptgedanken des hier in Rede stehenden Buches verglichen, von mehr nebensächlicher Bedeutung, aber doch nicht ganz unwichtig sind. Ich beschränke mich

hier auf einiges, was namentlich für die österreichische Geologie von Interesse ist und worauf später zurückzukommen sich wenig Gelegenheit bietet.

Ich denke dabei vor Allem an das, was Suess im vierten Abschnitt der „Entstehung der Alpen" über das Verhältnis der böhmischen Masse zu der von ihm so genannten sudetischen Scholle gesagt hat. Er wies dort darauf hin, daß, während einerseits der stauende Einfluß der den Alpen vorliegenden alten Massen sich besonders gegenüber der böhmischen Masse durch eine Ablenkung des allgemeinen Streichens der Alpen und sogar durch eine Ablenkung des Verlaufs der Bruchlinien im Innern des Gebirges bemerkbar mache, andrerseits auch jene vorliegenden älteren Massen selbst von den Vorgängen bei der Entstehung des Alpensystems nicht unberührt geblieben seien. Um dies zu erläutern, besprach er oder besser gesagt, konstruierte er [1]) den Unterschied zwischen den eben genannten beiden Teilen des alpinkarpathischen Vorlandes, welche durch eine eigentümliche von Senftenberg in Böhmen bis Krems an der Donau verlaufende Fuge von einander getrennt erscheinen.

Diese Fuge, auf welche Suess im „Antlitz" noch einige Male zurückkam (z. B. Band I, pag. 213), ist kurz gesagt das, was ich später unter mehrfacher Zustimmung der Fachgenossen die Boskowitzer Furche genannt habe [2]). Es ist eine Grabensenkung, deren Bildung wie ich nachwies, schon in paläozoischer Zeit begonnen und sich dann besonders nach dem Absatz der jüngeren Kreide fortgesetzt hat.

Ich habe in meiner auf diese Dinge bezüglichen Auseinandersetzung den Scharfsinn von Suess bewundert, der auf Grund von seinerzeit noch relativ spärlichen Anhaltspunkten die tektonische Bedeutung dieser übrigens durch das geologische Kartenbild einigermaßen angedeuteten und zuerst von Fötterle hervorgehobenen Erscheinung in verschiedenen wesentlichen Zügen erkannt hat. Aber andrerseits konnte ich mich mit einigen der besonderen Gedanken, welche Suess an die Existenz dieser Furche geknüpft hat, nicht recht befreunden.

Der Autor nennt (l. c. pag. 71) diese Fuge oder Furche eine alte und scheint die erste Anlage dieses durch Brüche und Flexuren gekennzeichneten Gebietsstreifens etwa in die Zeit unmittelbar nach dem Perm zu versetzen [3]). Er weist derselben Fuge die Rolle zu, die Grenze zu bilden zwischen dem, was er die böhmische Masse und dem, was er die sudetische Scholle nennt. Diese beiden Massen sollen (l. c. pag. 68) „voneinander ganz verschieden" sein, eine Behauptung, die auch später im „Antlitz der Erde" wiederholt wurde. Die böhmische Masse bestehe vorwiegend aus altkrystallinen Gesteinen, die sudetische Scholle aus krystallinen, vielleicht auch silurischen Gesteinen, sowie

---

[1]) Vgl. pag. 68—71 der „Entstehung der Alpen".

[2]) Vgl. meine Abhandlung über die Gegend von Landskron und Gewitsch im Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1901. Die Boskowitzer Furche ist dort an verschiedenen Stellen beschrieben. Vgl. aber besonders die Zusammenfassung auf den Seiten 707—721, bezüglich [391]—[405] des Separatabdruckes.

[3]) Ich glaube allerdings diese Zeit noch weiter zurück versetzen zu dürfen. Das tut indessen bei der gegenwärtigen Betrachtung nichts zur Sache.

aus einer mächtigen Reihe von Devon- und Kulm-Schichten, auf denen bei Ostrau die Kohlenformation liege, und alle diese Schichten würden, wie Suess meint, „einen mächtigen konkordanten Komplex" bilden.

Während nun „die böhmische Scholle ein Hindernis für die Entwicklung der Alpen geblieben" sei, sei die sudetische Scholle, von den Karpathen überwältigt, in die Tiefe gedrückt, „und von ihrer alten Fuge längs der böhmischen Scholle abgelöst worden" (l. c. pag. 71). Der alte Bruch zwischen beiden Schollen, längs welchem der bekannte Syenitgranit von Brünn als eine Art von Kitt aufgestiegen sei, sei auf diese Weise vergrößert worden und darin liege der Effekt der Vorgänge bei der Entstehung des Alpensystems für das dem betreffenden Teil der Alpen und Karpathen gegenüber stehende Vorland.

Wenn es erlaubt ist, ein volkstümliches Gleichnis zu wählen, so würde der Vorgang beim Niederdrücken und dem dadurch bewirkten Abtrennen der sudetischen Scholle am besten mit dem Abtreten eines langen Gewandes durch den Hintermann des Trägers oder der Trägerin dieses Gewandes vergleichbar sein, wobei der entstehende Riß längs einer vielleicht schlecht vernähten Naht erfolgte.

Man braucht gegen diese Idee, welche dem Gewicht der karpathischen Massen die Schuld an der Erneuerung des Risses zuschiebt, vielleicht keine Einwendung zu erheben, abgesehen höchstens davon, daß die Entfernung vom Karpathenrande bis zur Boskowitzer Furche denn doch eine etwas große und daß der betreffende Vorgang physikalisch überhaupt nicht völlig klar ist [1]. Aber wenn wir auch eine solche physikalische Erörterung des hier gestellten Problems beiseite lassen, kommen wir schwer über die logische Seite der Frage hinweg, was ein Riß, eine Fuge oder eine Furche, wie immer wir es nennen wollen, mit der angeblichen Verschiedenheit zweier Massen zu tun hat, die doch vor der Entstehung des Risses zusammengehörten. Man kann doch diesem letzteren Vorgange keine rückwirkende Kraft zuschreiben. Die Trennung zweier Absatzgebiete von verschiedener Beschaffenheit durch eine zuvor existierende Erhebung kann man sich jedenfalls leichter vorstellen als die Differenzierung von Gebieten, durch einen Vorgang, der erst nachträglich, das heißt nach der Bildung der betreffenden Absätze eintrat.

Dazu kommt, daß die bewußte Fuge oder Furche in der Wirklichkeit, wie meine späteren Untersuchungen [2]) zeigten, gar keine so scharfe Scheidezone zwischen den Gebilden der beiden Schollen darstellt, als es Suess ursprünglich glaubte. Die älteren krystallinischen oder halbkrystallinischen Gesteine treten vielfach auf beiden Seiten der Fuge in gleicher Ausbildung auf, und wenn auch Suess insofern zweifellos recht behält, als Kulm und Devon ihrer Hauptverbreitung nach der sudetischen Scholle angehören, so ist doch dieses Verhältnis kein ganz exklusives. Auf der Seite der sogenannten

---

[1]) Die Alpen, die doch zum Teil (vgl. später) auch auf einem Stück der böhmischen Masse sitzen, scheinen auffallenderweise auf ihr nördliches Vorland keine ähnliche Wirkung ausgeübt zu haben.

[2]) Es kann hier meine Arbeit über die geogn. Verhältnisse der Gegend von Landskron und Gerwitsch verglichen werden.

böhmischen Masse sind diese Bildungen allerdings großenteils durch Denudation [1]) zerstört, aber es zeigt sich, daß sie dort nicht überall gefehlt haben.

Einspruch muß ferner erhoben werden gegen die Vorstellung von der Konkordanz des Devons und Karbons im Bereich der sudetischen Scholle. Daß speziell der Kulm sich dem Devon gegenüber diskordant verhält, glaube ich in meiner Beschreibung der Gegend von Olmütz [2]) genugsam nachgewiesen und in einigen späteren Arbeiten noch mehr erhärtet zu haben [3]). Auch bin ich von der Konkordanz des Kulm und des produktiven Karbons nicht überzeugt und halte die Gründe, die ich in meiner Abhandlung [4]) über die Gegend von Ostrau dagegen angeführt habe, bis jetzt noch nicht für widerlegt.

Diese Konkordanz ist allerdings vielfach behauptet worden. Ich habe in jener „zur Geologie der Gegend von Ostrau" betitelten Arbeit die älteren, darauf bezüglichen und teilweise weit zurückreichenden Aussagen zusammmengestellt und auch erwähnt, daß Suess später im ersten Teil des Antlitz der Erde (vgl. dort pag. 248) dieselbe Meinung wiederholt hat. Ich weiß auch, daß in neuerer Zeit von tüchtigen Fachmännern speziell für die Ostrauer Gegend die betreffende Annahme abermals verteidigt worden ist. Nichtsdestoweniger scheint mir, daß meine vornehmlich in der eben erwähnten Arbeit dagegen vorgebrachten Bedenken bis jetzt nicht genügend berücksichtigt worden sind. Insbesondere ist auch der von mir (l. c. pag. 63 in der Anmerkung) erwähnte Umstand unbeachtet geblieben, daß die bei Ostrau an das Kohlengebirge grenzende Kulmgrauwacke mehrfach in Falten gelegt ist und daß unter der Voraussetzung einer wirklichen Konkordanz das produktive Karbon zwischen den Faltenwurf der Grauwacke mehrfach hätte müssen eingepreßt werden, wodurch bei späteren Abrasionsvorgängen ein Teil der eingeklemmten Massen vor der Zerstörung wohl bewahrt geblieben wäre [5]).

---

[1]) Um zu verstehen, wie ausgiebig die Denudationsvorgänge in allen diesen Gebieten gewesen sind, braucht man sich nur an die Verbreitungserscheinungen des nur mehr in spärlichen Resten vorhandenen Jura in Böhmen und Mähren zu erinnern, worauf ich (Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1901, pag. 691) hingewiesen habe unter Betonung des Umstandes, daß Tausch einen einstigen Zusammenhang des böhmisch-mährischen Jura mit dem sächsischen für wahrscheinlich hielt.

[2]) Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1893, pag. 399—566, speziell pag. 556 etc.

[3]) Erläuterungen zum Blatte Freudenthal, Wien 1898, pag. 22 und geogn. Verhältnisse der Gegend von Landskron und Gewitsch, Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1901, pag. 690. Auch für das benachbarte sudetische Niederschlesien, wo ich früher (1870) auf Grund lokaler Beobachtungen Oberdevon und Kulm für konkordant gelagert hielt, hat später Dathe (Jahrb. d. königl. preuß. geol. Landesanstalt für 1900) die betreffende Diskordanz außer Zweifel gestellt.

[4]) Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1893, pag. 29—80, speziell pag. 39—47.

[5]) Suess hat (Antlitz l. c.) die Ansicht geäußert, daß das produktive Kohlengebirge einst über den Verbreitungsbezirk der Grauwacke hinüberreichte und später von dort weggewaschen wurde. Eine derartige ausgedehnte Abwaschung wäre aber für eingefaltete Bildungen doch kaum so radikal gewesen, wie bei den Jurabildungen Böhmens und Mährens, wie ich hier nebenbei bemerke, um dem Vorwurf zu begegnen, daß meine Argumentation hier eine sich widersprechende ist. Uebrigens sind ja sogar vom Jura tatsächlich in dem einst von ihm bedeckten Gebiet noch Reste übriggeblieben, vom produktiven Karbon in dem angeblich einst von ihm eingenommenen Raum aber nichts.

Auch wäre zu berücksichtigen, daß in jenen mährischen Gegenden, wo die Kulmgrauwacke an das Rotliegende grenzt, wie in der Umgebung der Boskowitzer Furche von einer Zwischenschiebung des produktiven Karbons zwischen Kulm und Perm nichts zu sehen ist. Ich habe auf dieses „Fehlen des produktiven Karbons“ daselbst besonders aufmerksam gemacht und dabei bemerkt, daß nicht einmal die relativ junge Kohlenbildung von Rossitz sich dort unter dem eigentlichen Rotliegenden allseitig verbreitet findet[1]).

Ferner darf man nicht abläugnen wollen, daß das durch jene Grauwacke vertretene Unterkarbon dem produktiven Oberkarbon gegenüber sich auch anderwärts nicht überall konkordant verhält, wofür sich in der Literatur verschiedene Belege finden lassen[2]), wie denn beispielsweise speziell für Niederschlesien die betreffende Diskordanz durch Dathe nachgewiesen wurde. Aber selbst für die allerdings nicht allseitig sichtbare ältere Umrandung gerade des Kohlenbeckens, zu welchem Ostrau gehört, ist an anderen Stellen, wie in Galizien, wo anstatt der Kulmgrauwacke der Kohlenkalk auftritt, eine konkordante Lagerung des Oberkarbons auf dem Unterkarbon nicht nachweisbar gewesen.

Demgegenüber hat es nur eine sehr eingeschränkte Bedeutung, wenn immer wieder versichert wird, daß bei Ostrau selbst das produktive Karbon konkordant auf der Kulmgrauwacke liegt.

Es scheint, daß manche Autoren sich von einer allzu schematischen Auffassung des Begriffes Konkordanz nicht befreien können und deshalb voraussetzen, daß, wenn an einer Stelle eines bestimmten Ablagerungsraumes zwei der Bildungszeit nach aufeinander folgende Ablagerungen gleichsinnig gelagert erscheinen, dies für das ganze Verbreitungsgebiet dieser Ablagerungen in demselben Raume gelten müsse. Mit anderen Worten, diese Autoren scheinen anzunehmen, daß zum mindesten innerhalb eines und desselben Absatzbeckens zwei aufeinander folgende Bildungen stets in dem gleichen Verhältnis zu einander stehen müssen.

Die Natur ist aber in der Regel mannigfaltiger, als dies dem Bedürfnis derjenigen entspricht, welche gern die verschiedenen Erscheinungen nach bestimmten Rubriken gleichsam katalogisieren wollen, und ich habe bereits in jener Arbeit über die Gegend von Ostrau (l. c. pag. 63) auf die Möglichkeit hingewiesen, daß „ein Teil des von einer Ablagerung eingenommenen Gebietes (das würde hier das Absatzgebiet des Kulm in seiner Hauptverbreitung sein) von Störungen betroffen wird, während ein anderer Teil dieses Gebietes noch eine Zeitlang (das würde die nächste Umgebung von Ostrau betreffen), in ursprünglicher Lage verharrt und von den nächstfolgenden Absätzen (in diesem Fall von Bildungen des produktiven Karbons) konkordant bedeckt wird, daß also demzufolge partielle Emporhebungen gewisser Schichten mit einer Einengung des betreffenden Absatzgebietes Hand in Hand gehen können, ohne für

[1]) Vgl. hierzu wieder meine Anhandlung über Landskron und Gewitsch. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1901, pag. 690 [374 des Separatabdruckes].

[2]) Vgl. hierzu meine vorher zitierte Arbeit über Ostrau, pag. 44 etc.

die eingeengten Teile dieses Beckens die Möglichkeit einer Fortsetzung des Ablagerungsprozesses auszuschließen.“ Das heißt also, daß das jüngere Karbon in diesem Falle sich sehr wohl lokal in konkordanter Lagerung mit der Grauwacke befinden kann, die an dieser Stelle auch an den späteren Störungen des produktiven Karbons teilgenommen haben muß, ohne daß man deshalb im allgemeinen von einer konkordanten Auflagerung des jüngeren auf dem älteren Karbon zu sprechen berechtigt wäre. Geht man auf diese wohl nicht allzu schwere Vorstellung ein[1]), so wird die Annahme von Suess, daß das produktive Karbon einst weit über das Gebiet der Grauwacke verbreitet war, vollends unsicher.

Ob gewisse Versuche, die man vor einiger Zeit im Grauwackengebiet zur Aufsuchung von Kohle gemacht hat, auf irgendeiner mißverständlichen Benützung dieser Annahme beruhten, weiß ich nicht genau. Jedenfalls blieben diese Versuche ebenso erfolglos, wie die ähnlichen, bereits zu Beginn der neunziger Jahre im Bereich des mährisch-schlesischen Kulm unternommenen Nachforschungen, welche den ersten Anlaß zu meinen hier einige Male zitierten Aeußerungen über die Gegend von Ostrau gegeben hatten.

In direktem Zusammenhange mit den Fragen, die sich an die Tektonik der Boskowitzer Furche knüpfen, stehen die Auffassungen, welche dem Auftreten des sogenannten Syenit-Granits von Brünn und Blansko gelten.

Suess hat sich nicht nur in der „Entstehung der Alpen“ auf diesen Syenit bei seiner Besprechung der genannten Furche bezogen, sondern ist auch noch später im „Antlitz der Erde“ darauf zurückgekommen, und da er in diesem Falle nicht ähnlich wie bei anderen später zu erörternden Punkten seine Ansichten geändert hat, so können wir hier seine mehrfachen Auslassungen über die dem bewußten Syenit zuzuweisende Rolle gemeinsam in Betracht ziehen.

Suess, der sich in dieser Hinsicht ursprünglich wohl auf Fötterle verlassen haben mag, war der Meinung, dieser Syenit sei jüngeren Alters als die älteren Gebilde, welche die Ränder der Furche oder Fuge zusammensetzen und habe den Riß geschlossen, welcher bei der Abtrennung der sudetischen von der böhmischen

[1]) Aehnliche Vorstellungen über regional ungleichmäßige Fortsetzungen der Dislokationsvorgänge im Hinblick auf die dabei in gewissen Teilgebieten eines Absatzraumes zur Geltung gelangende Fortsetzung von Ablagerungen unter gleichzeitiger Trockenlegung anderer Gebietsteile desselben Raumes sowie über die durch solche Vorgänge bisweilen bedingte Verknüpfung zweier Ablagerungen, die an anderen Stellen oder doch durch ihre Verbreitungserscheinungen eine deutliche Diskordanz zeigen, habe ich bei verschiedenen Gelegenheiten bezüglich der jüngeren karpathischen Bildungen geäußert. Ich erinnere an meine Notiz über Dragomir in der Marmarosch (Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1878, pag. 323), an meine Arbeit über Lemberg (Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1882, pag 69 des Seperatabdruckes), besonders aber an das im Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1884, (pag. 172—174) Gesagte sowie an meine Beschreibung der Gegend von Krakau (Jahrb d. k. k. geol. R.-A. 1887, pag. 664—667). Es würde zu weit führen, hier im Einzelnen auf die Beziehungen hinzuweisen, die für diesen Vergleich in Betracht kommen. Wer ein Eingehen auf solche für manche vielleicht etwas abseits des gewöhnlichen Geleises liegende Fragen nicht scheut, wird das tertium comparationis bei diesem Vergleich karpathischer und sudetischer Verhältnisse schon herausfinden.

Scholle entstand. Der Syenit stelle auf diese Art gleichsam die „Narbe“ vor, die sich nach dem Entstehen jener Wunde im Antlitz der Erde bildete.

Ich habe an der Hand einer eingehenden Schilderung meiner Beobachtungen über das Auftreten des Brünner Syenit-Granits und unter Bezugnahme auf frühere Darstellungen von Reichenbach, Wolf, Rzehak, Makowský und Tausch das Irrige dieser Auffassung nachzuweisen versucht, sowie auf Grund von Tatsachen, die Suess unbekannt geblieben waren, in meiner Arheit über Landskron und Gewitsch (vgl. besonders pag. 341 [25]) gezeigt, daß das bewußte Gestein sich, „wie die durch passive Hebung zutage gebrachte ältere Mittelzone einer Aufbruchsfalte verhielt“, an deren Zusammensetzung Gebilde des Unterdevon, des Mitteldevon, des Kulm und des Perm teilnehmen, so daß man das Alter des Syenits als ein vordevonisches bestimmen kann, und ich konnte auch darauf hinweisen, daß keiner der früheren Beobachter, mit Ausnahme Fötterles, diesem Syenit ein relativ junges Alter zuerkennt, daß vielmehr Makowský, Rzehak und Tausch sich direkt in einem anderen Sinne geäußert haben. Ich machte auch darauf aufmerksam, daß nördlich von Schebetau, also in einem großen Teil der Boskowitzer Furche, der Syenit-Granit völlig fehlt[1]), wonach also ein notwendiger Zusammenhang zwischen dieser Furche und dem die „Narbe“ bildenden Eruptivgestein nicht besteht, und ich zeigte, daß dieses Gestein überhaupt gar nicht in jener Furche, sondern seitlich von derselben auftritt. Auch berief ich mich (l. c. pag. 352) auf die Angaben Helmhackers, der in den Liegend-Konglomeraten der Rossitzer Kohle und in sonstigen permischen Konglomeraten bei Rossitz, also genau in der Gegend der bewußten Furche, Granitgeschiebe gefunden hatte, welche für sich allein die Vermutung nahe legen, daß der in Rede stehende, oft rein granitisch ausgebildete Syenit-Granit ein mindestens vorpermisches Alter besitzt. So glaube ich berechtigt zu sein, nicht bloß die betreffende Ansicht von Eduard Suess, sondern auch den Versuch von Franz Eduard Suess abzulehnen, der gewisse Kontakterscheinungen des Syenit mit einem älteren Kalke beschrieben und daraus im Sinne der Theorie seines Vaters auf ein jüngeres Alter des Syenit-Granits geschlossen hatte, und zwar unter der Voraussetzung, daß jene Kontakterscheinungen durch eruptive Vorgänge (also nicht etwa durch nachträglichen Einfluß von Lösungen) bedingt waren und daß der fragliche ältere Kalk zum Devon und nicht etwa zu einer noch älteren Formation gehörte.

Sollte nun jemand trotz aller Beweise, die gegen die Annahme jener von Suess vorausgesetzten eruptiven Narbe in dem Riß zwischen der böhmischen und der sudetischen Scholle beigebracht wurden, an dieser Narbentheorie festhalten wollen, so sei daran erinnert, daß, wie ich zeigen konnte und wie das auch von niemandem bestritten wurde, die Vorgänge, denen die Grubensenkung der Boskowitzer Furche ihr Entstehen verdankt, zwar in der Zeit weit zurückreichen, aber doch hauptsächlich erst in der Zeit nach dem Absatz der jüngeren

[1]) Vgl. meine hier wiederholt erwähnte Arbeit, pag. 349 [33].

Kreide statthatten. Wenn man also dem besagten Syenit-Granit im Hinblick auf seine Funktion als Narbe durchaus ein jüngeres Alter zuschreiben wollte, so müßte man sein Auftreten in die Tertiärzeit versetzen. Ich weiß nicht, ob das beabsichtigt war. Aus den Aeußerungen von Suess geht wenigstens nirgends direkt hervor, daß er eine derartige Ansicht gehabt hat.

Dennoch wäre dies gerade im Sinne der sonstigen Ausführungen von Suess vollkommen logisch. Wenn der Riß, den die sudetische Scholle von der böhmischen Masse definitiv getrennt haben soll, zeitlich mit der Entstehung des Alpensystems zusammenhängt und von dem gewissen Fußtritt herrührt, den (um mich so auszudrücken) die sudetische Scholle (vgl. oben) von der Ueberschiebung durch die vielfach aus tertiären Bildungen bestehenden Karpathen erhalten hat, so kann doch die Narbe, welche diesen Riß nach Suess geschlossen hat, nicht älter sein als der Riß selbst.

Zwei alte Gebirgsschollen, die früher zusammenhingen und deren Verschiedenheit erst durch ein in späterer Zeit erfolgtes Zerreißen, also durch einen Vorgang von rückwirkender Kraft (vgl. oben) bedingt gewesen sein soll und obendrein noch eine diesem seltsamen Riß vorausgehende Narbe wäre ja doch zu viel für eine Hypothese, welche sich mit den Fernwirkungen der Aufrichtung des Alpensystems beschäftigt. Da läßt man sich lieber einen ganz jungen Syenit oder Granit gefallen, als eine antecedente Narbe.

Doch wir müssen gerecht sein. Suess hat sich, wie aus dem Früheren hervorgeht, über das genauere Alter des Syenit-Granits nicht bestimmt geäußert und man darf annehmen, daß er die Vernarbung des bewußten Risses in die Zeit vor der Entstehung des Alpensystems und nach den ersten Anfängen der Trennung der sudetischen von der böhmischen Scholle versetzt hat. So hatte ich mir auch in meiner Arbeit über die Gegend von Landskron und Gewitsch seine Anschauung zurechtgelegt. In diesem Falle jedoch, das heißt, wenn sich das Auftreten der besprochenen Narbe nicht auf den Verschluß des großen Risses beziehen läßt, der erst bei der Ueberschiebung der sudetischen Scholle durch die Karpathen bewirkt wurde, sondern nur auf die relativ schwachen Störungen der paläozoischen Vorzeit, verliert die bewußte Narbentheorie, auch wenn sie durch sonstige Einwände nicht bedroht wäre, für die Boskowitzer Furche so ziemlich ihre Bedeutung. Auf keinen Fall hat sie dann mit der Ueberwältigung der Sudeten durch die Karpathen etwas zu tun.

Das Antlitz der Erde.

(Allgemeine Vorbemerkungen.)

Die Richtung, welche Suess in der Entstehung der Alpen eingeschlagen hatte, führte ihn bald weiter zu Untersuchungen, welche nicht bloß in bezug auf die behandelten Probleme, sondern namentlich auch hinsichtlich der Verwertung der geologischen Literatur so umfassend waren, wie sie vorher von keinem anderen unternommen wurden.

Er selbst äußert sich in seinen „Erinnerungen“ (pag. 269) dort, wo er die kurze Besprechung der Ergebnisse des Buches über die Alpen abschließt, über den direkten Zusammenhang der betreffenden Studien wie folgt: „Die Sammlung, Sichtung und Reihung der Tausende von Beobachtungen, die in den verschiedensten Sprachen in die Oeffentlichkeit gelangt waren, bildeten eine Aufgabe, deren Umfang kaum zu überschauen war. Ich war bereits 44 Jahre alt; sollte ich das Ende nicht erleben und nicht im Stande sein, von der Reihung der Tatsachen bis zu ihrer Vergleichung und Fügung vorzudringen, so wären kostbare Lebensjahre vorloren. Ich fand nicht den Mut, aber ich begann immerhin meinen Studien eine entsprechende Richtung zu geben und durch einen ausgebreiteten Briefwechsel (dieselben) zu unterstützen.“

An einer späteren Stelle der „Erinnerungen“ (pag. 323) erzählt uns dann der große Autor, daß er die zu leistende Arbeit unterschätzt hatte, daß er, um sein Ziel sicher im Auge zu behalten, sich mit der Verlagsfirma durch einen Vertrag gebunden habe, daß aus den mit dieser verabredeten drei Bänden vier geworden seien [1]), und er gibt der begreiflichen Befriedigung darüber Ausdruck, daß es ihm in seinem 79. Lebensjahr vergönnt gewesen sei, den letzten Bogen seines Werkes abzuschließen, nachdem 26 Jahre seit dem Erscheinen der ersten Abteilung desselben vergangen waren.

Das Wort „Das Antlitz der Erde“, welches mit dem Verleger als Titel des Werkes vereinbart wurde, findet sich bereits in der Entstehung der Alpen (pag. 46), woraus vielleicht ebenfalls hervorgeht, daß dem Autor bei Abfassung seiner früheren Schrift schon in gewissen Umrissen der Plan vorgeschwebt hat, alles das, was er damals an Gedanken und teilweise noch nicht genauer durchgeführten Auffassungen hingeworfen hatte, auf Grund einer weit ausgreifenden Synthese unter Benützung zahlreicher, bisher noch nicht verwerteter Erfahrungen aufs neue darzustellen, dabei jene Gedanken zu vervollständigen und, wie er wohl ursprünglich glaubte, durch weitere Belege zu stützen.

Diese große Synthese hat darum bei ihrem Erscheinen fast allenthalben, wo Geologie getrieben wurde, hohe Anerkennung ausgelöst und das Werk ist in verschiedene Sprachen übersetzt worden. Es ist das in gewissem Sinne auch sehr wohl begreiflich, hatte ja doch unsere Fachliteratur bis dahin nichts Aehnliches aufzuweisen.

Wohl existierte Alexander v. Humboldts „geognostischer Versuch über die Lagerung der Gebirgsarten in beiden Erdhälften“ [2]), ein Werk, das seinem weit ausgreifenden Titel, wenn auch nicht seinem mäßigen Umfange nach, noch am ehesten mit der Arbeit von Suess zu vergleichen war und dessen Autor auch in der betreffenden Vorrede sich die Aufgabe gestellt hatte, „gewissermaßen die ganze positive Geognosie“ (der damaligen Zeit natürlich) zu umfassen. Aber abgesehen davon, daß das Erscheinen der Humboldt'schen Schrift

[1]) Es erklärt sich daraus, daß der 4. Band als zweiter Teil des dritten Bandes erschien und die Bezeichnung III/2 führt.

[2]) Deutsch von Leonhard, Straßburg 1823.

doch weit zurück lag, knüpfte dessen Inhalt vorzugsweise nur an die von Humboldt selbst besuchten, zwar ausgedehnten, aber doch keineswegs die gesamte Erde umschließenden Gebiete Europas und des spanischen Amerika an [1]), vermochte auch begreiflicher Weise noch nicht sehr viele literarische Behelfe zu verwerten und beschränkte sich neben einer längeren ziemlich allgemein gehaltenen Einleitung vielfach auf eine sozusagen registrierende Art der Darstellung. Suess hatte also wohl recht, wenn er von diesem von ihm auch nur beiläufig erwähnten Buche sagte, daß dasselbe heute nur mehr „als ein Denkmal der geistigen Größe seines Verfassers" in Betracht kommen könne [2]).

Demgegenüber trat das Suess'sche Werk als etwas ganz Neuartiges auf. Niemand hatte vorher versucht, eine so überwältigende Menge von Beobachtungen, welche die Geologen der ganzen Welt aus allen Gegenden der Erde zusammengetragen hatten, in der Weise, wie es hier geschehen war, zu einem Gesamtbild zu verweben und dabei auf Zusammenhänge hinzuweisen, welche auf allerhand Gesetzmäßigkeiten in jenem Bilde hinzuleiten schienen. Es hatte aber auch niemand vorher durch die umfassende Verwertung der vorhandenen vielfach zeitgenössischen Literatur so zahlreiche Autoren aller Länder in dieser Weise, man könnte sagen, persönlich an der ihnen dargebotenen Darstellung interessiert.

Es ist leicht verständlich, daß unter denen, welche auf die Vorzüge und die hohe Bedeutung des großen Werkes aufmerksam machten, sich in erster Linie auch verschiedene Schüler des Meisters befanden.

Schon bald nach dem Erscheinen des zweiten Bandes dieses Werkes sagte beispielsweise Franz Noë in einem die Geschichte der Meere betitelten und an den Inhalt der beiden Bände anknüpfenden Feuilleton in der „Neuen freien Presse": „Unter jenen Männern, denen das hohe Verdienst zukommt, die Prinzipien der modernen Geologie aufgestellt und wissenschaftlich begründet zu haben, ist in erster Reihe Eduard Suess zu nennen."

Solche Zeichen der Anerkennung mehrten sich begreiflicher Weise als das Werk weiter wuchs und man bei jedem Bande aufs neue die riesige Arbeitsleistung, sowie den Umfang der von dem Autor behandelten Probleme zu bewundern Gelegenheit hatte.

„Das grandiose Werk „Das Antlitz der Erde", so schrieb Th. Fuchs noch vor Vollendung des letzten Antlitzbandes [3]), „in welchem Suess es versucht, eine übersichtliche Zusammenfassung alles dessen zu geben, was wir bisher über den Bau der Kontinente wissen, ist ein Werk, welches sich seiner Conception, Anlage und Ausführung nach nur mit einem Werk der naturwissenschaftlichen Literatur vergleichen läßt, nämlich mit Humboldts Kosmos, ja,

---

[1]) Die Reise Humboldts nach dem nördlichen Asien erfolgte erst mehrere Jahre nach dem Erscheinen dieses „Versuchs".

[2]) Antlitz, I. Band, pag. 765.

[3]) Wiener „Neue Freie Presse" vom 19. August 1906.

wenn man mich fragen würde, welches Werk tiefer in den Gang der Wissenschaft eingegriffen hat, Humboldts Komos oder Suess' Antlitz der Erde, ich würde ohne Zaudern für letzteres stimmen."

Daß aber jene hohe Anerkennung (namentlich seitens einiger spezieller Freunde des Meisters) zuweilen in eine Art extatischer Uebertreibung ausartete, konnte schon weiter oben an einem Beispiel gezeigt werden, wo davon die Rede war, daß gelegentlich eines Referates über das „Antlitz" dem großen Autor auch das Verdienst der Entwirrung der alpinen Stratigraphie zugeschrieben wurde.

Wir erinnern uns hier unter anderem aber auch noch eines anderen Referates, welches nach Vollendung des letzten Bandes in der „Oesterreichischen Rundschau" [1]) unter dem Titel „Ein österreichisches Meisterwerk" erschien und ebenfalls einen ehemaligen Schüler und späteren intimen Freund des Autors zum Verfasser hatte, Professor Uhlig.

Derselbe schrieb unter anderem (l. c. pag. 203): „Als der erste Band (des Antlitz) erschien, befand sich die Geologie ungeachtet aller Fortschritte auf stratigraphischem, paläontologischem und petrographischem Gebiet in einem wenig befriedigenden Zustand. Der Lyell'sche Aktualismus, der kein anderes Maß der geologischen Erscheinungen gelten lassen wollte, als die Erfahrungen der Gegenwart, drohte allmählich zu einem geologischen Quietismus auszuarten. Lyells Lehre hatte die Geologen einigermaßen von den größeren Aufgaben abgelenkt und sie allmählich unfähig gemacht, zu staunen (!), Rätsel zu sehen und zu werten. Durch eine geistvolle Untersuchung über die Sintflut, dem ersten Bande gleichsam als Motto vorangestellt, zeigte Suess die Geringfügigkeit dieser Katastrophe, die doch seit Menschengedenken die größte war, und er verwies auf deren unermeßlichen Abstand von den großen geologischen Vorgängen der Vergangenheit. Wie ein Leitmotiv zieht sich durch das ganze Werk die Mahnung an die Geologen, nicht mit zu kleinen Gesichtspunkten an die erhabene Größe der Natur heranzutreten. Noch waren die Vorstellungen der Humboldt-Buch'schen Epoche über die Entstehung der Gebirge durch vulkanische Erhebung nicht ganz verklungen. Andererseits hatte sich die bessere, auf dem Boden der amerikanischen Kontraktionslehre stehende Anschauung Elie de Beaumonts durch die abstrakt-deduktive Behandlung der Gebirge unmöglich gemacht [2]). Da griff Suess mit der vergleichend induktiven Betrachtung des Gebirgsbaues ein."

Uhlig führt dann gegen den Schluß seines Referats noch das, wie er sagt, schönste und erhabenste Wort an, welches über das

[1]) Jahrgang 1909, pag. 103—114.

[2]) In mancher Hinsicht scheint übrigens Suess doch gerade in Beaumont ein Vorbild gesehen zu haben, den er, wie er in den „Erinnerungen" (pag. 127) berichtet, „wegen seines tiefen Wissens und seines unablässigen Strebens nach einer erdumfassenden Anschauung nie aufgehört hat zu verehren" und dem er deshalb auch die „Kinderei" verzieh, ihn gelegentlich eines Besuches, den er (Suess) noch als jüngerer Mann bei dem damals Gewaltigen machte, sehr von oben herab behandelt zu haben. „Der französische Gelehrte hatte ihn, wie unser Autor schreibt, „herablassend und mit den Allüren eines ‚être suprême' empfangen".

„Antlitz der Erde" gesprochen wurde, nämlich einen Ausspruch von Marcel Bertrand. Derselbe lautet: „Wenn unsere Nachfolger eines Tages die Geschichte unserer Wissenschaft schreiben werden, so werden sie, ich bin dessen sicher, sagen, daß das Werk von Suess in dieser Geschichte das Ende des ersten Tages bezeichnet, desjenigen, da das Licht ward."

Worauf wir schon weiter oben aufmerksam wurden, daß nämlich das Auftreten von Suess in einen Gegensatz zu Lyell gebracht wurde, und zwar von seiten der Intimen des Meisters, die etwas von dessen Denkungsart wissen konnten, sehen wir auch hier bestätigt, eine Annahme, die übrigens schon aus den Auffassungen von Suess selbst sich in mancher Hinsicht ergibt, wenn auch der letztere eine direkte Polemik gegen den großen Geologen vermieden hat, der ähnlich wie Goethe jeder Katastrophentheorie abhold gewesen ist und dessen Standpunkt vielleicht auch heute noch nicht so ganz überwunden ist, wie manche Eiferer annehmen. Richtig ist, daß dieser Standpunkt, dessen Parallelismus mit den Ansichten Darwins in dieser heutigen Schrift auch schon früher betont werden konnte, zur Zeit des ersten Hervortretens von Suess der weitaus herrschende war, und psychologisch verständlich ist es auch, daß wer sich durchsetzen will, dies, wenn er zu den Schwächeren gehört, im engen und unbedingten Anschluß an Starke tut (wofür es naheliegende Beispiele gibt) oder wenn er selbst ein Starker ist, dies im Gegensatz zu den gerade herrschenden Kräften versucht, womit keineswegs gesagt sein soll, daß dies ein Beweggrund für die Gegnerschaft von Suess gegen Lyell (oder gegen Darwin in der ersten Periode der Suess'schen Wirksamkeit, vgl. oben) gewesen ist, denn bei diesem Gegensatz spielt gewiß die grundverschiedene geistige Veranlagung der verglichenen Gelehrten die wichtigste Rolle.

Aber glücklich kann ich die Bemerkung doch nicht finden, daß nach der Periode des durch Lyells Lehre angeblich großgezogenen Quietismus ein Suess kommen mußte, um den Geologen das Staunen zu lehren. Es mag ja sein, daß manche durch die zuweilen etwas kühnen Ansichten unseres alten österreichischen Meisters oder andere durch dessen allerdings staunenswerten Fleiß und durch sein großes Wissen sozusagen verblüfft wurden, indessen scheint mir, daß die Würdigung der trotz aller sich heute schon herausstellenden Irrungen unläugbar großen Verdienste des berühmten Autors am wenigsten unter diesem Gesichtspunkte hätte stattfinden sollen, namentlich nicht von befreundeter Seite aus.

Was übrigens jenen vermeintlichen Quietismus betrifft, der, wie es in dem genannten Referat heißt, die Geologen von größeren Aufgaben abgelenkt hatte, so wurde wohl übersehen, daß Männer wie Thurmann, Shaler, Mallet, Heim, Le Conte, Judd, Dana, Geikie, Rögers und andere, die teilweise im Laufe der folgenden Auseinandersetzung noch an geeigneter Stelle werden genannt werden müssen oder auf die Suess selbst in seinen Ausführungen sich wiederholt beruft, den Problemen, die der letztere behandelte, auch in der Zeit nach dem Erscheinen der „Principles" nicht aus dem Wege gegangen sind, insofern dieselben entweder ungefähr

gleichzeitig, bezüglich sogar schon etwas früher als Suess auf diese Probleme oder doch jeweils auf einen Teil derselben die Aufmerksamkeit lenkten. Man erinnere sich beispielsweise, daß Mallet schon 1874 von tangentialen Kräften und daß Thurmann gelegentlich seiner Untersuchungen über das Juragebirge schon in den fünfziger Jahren von einer Konexität der Ketten und von lateralem Druck gesprochen hat. Die Intervention von Suess hat sicher eine sehr mächtige Bewegung hervorgerufen, welche den bis dahin seit Lyell mehr gleichmäßigen Entwicklungsgang der theoretischen Geologie, um mich so auszudrücken, beschleunigte, aber es war vielleicht nicht ganz gerecht, die betreffende Zeit als eine Periode der Stagnation hinzustellen und den darauf bezüglichen Zustand gewissermaßen mit dem eines Karpfenteiches zu vergleichen, dessen Bewohner eines Elements der Beunruhigung bedurft hätten. Ein altes französisches Sprichwort sagt: *Qui dit trop, ne dit rien.*

Einigermaßen dankbar müssen wir jedoch Uhlig dafür sein, daß er uns Aufschluß betreffs der Bedeutung des Kapitels über die Sintflut gegeben hat, mit welchem die Darlegungen des „Antlitz“ eröffnet wurden. Man hatte diese hoch interessante Studie vorher vielfach als einigermaßen fremdartig und in den Rahmen jener Darlegungen nicht ganz passend betrachtet. Wenn wir durch Uhligs Referat nunmehr erfuhren, daß dieselbe bestimmt war, die „Geringfügigkeit“ selbst der größten Katastrophen zu erläutern, durch welche die Erde seit den frühesten Erinnerungen der Menschheit heimgesucht wurde, so wissen wir jetzt wenigstens, wie diese Darstellung gemeint war. Dennoch wird darin nicht jeder ein Argument gegen die Auffassungen gerade Lyells erblicken; man könnte eher im Gegenteil sich bestimmt fühlen, daraus einen für die Katastrophentheoretiker abträglichen Schluß zu ziehen. Wichtiger wäre es deshalb im Sinne jenes Referenten gewesen, uns einen „von den großen geologischen Vorgängen der Vergangenheit“ zu nennen, dessen weit über die Grenzen lokaler Beschränkung hinausgehende Wirkungen in dem Werk von Suess eine ebenso befriedigende Erläuterung gefunden hätten, wie jenes von alten Sagen umsponnene Ereignis in Mesopotamien.

Volle Zustimmung aber wird Uhlig überall gefunden haben, wenn er das Werk von Suess ein solches der vergleichenden Betrachtung nennt. Vergleiche im großen und größten Maßstabe sind es in der Tat, die uns darin geboten werden, und es besteht auch kein Zweifel darüber, daß (zunächst rein prinzipiell gesprochen) eine solche Methode bei einer Wissenschaft wie die Geologie für die Erkenntnis von Zusammenhängen und Gesetzmäßigkeiten unentbehrlich ist. Nur bezüglich des Zusatzes, demzufolge jene vergleichende Betrachtung auf „induktiver“ Grundlage aufgebaut war, könnte wohl eine Einschränkung gemacht werden, worüber ich vielleicht etwas später noch Veranlassung nehmen werde, mich zu äußern. Hier erinnere ich nur an einen Ausspruch von Zittel [1]), der sich allerdings zunächst auf die „Entstehung der Alpen“ bezieht, welche von diesem

[1]) Geschichte der Geologie und Paläontologie, München und Leipzig 1899, pag. 467.

Autor mit Alb. Heims Monographie der Tödi-Windgällen-Gruppe verglichen werden. Während die Arbeit Heims, die ebenfalls zum Ausgangspunkt einer Gebirgsbildungstheorie gemacht wurde, als auf der subtilen Untersuchung des Details einer verwickelt gebauten Gebirgsgruppe fussend hingestellt wird, sagt Zittel von Suess aus, daß dieser „mit weitem Blick gleichsam aus der Vogelperspektive auf vergleichendem Wege das Problem der Gebirgsbildung behandelt“ habe.

Im übrigen wissen wir ja, daß Zittel in seinem hier erwähnten Buche, namentlich dort, wo er von dem „Antlitz der Erde“ spricht, dessen Erscheinen damals allerdings noch nicht abgeschlossen war, den Verdiensten von Suess die größte Anerkennung gezollt hat. Denn wenn er auch meint (l. c. pag. 475), daß „manche der von Suess ausgesprochenen Vermutungen wahrscheinlich der Kritik einer späteren Zeit nicht stand halten“ werden, so betont er doch andrerseits (l. c. pag. 476), daß mit dem „Antlitz“ ein „neuer, vielversprechender Zweig der Erdkunde, die vergleichende topographische Geologie“ inauguriert worden sei.

„Suess hat Schule gemacht“, sagt Zittel (l. c. ibidem)[1]. Das ist ein Zeugnis für den Erfolg, welchen der große Autor errang und gleichzeitig auch eine Erklärung für diesen Erfolg, denn der laute Beifall. den die Schüler ihrem Meister zollten und von welchem in dem Vorstehenden nur einige Beispiele gegeben wurden, hat neben der unbestreitbaren Größe der von dem letzteren vollbrachten Leistung viel beigetragen zu der Ausbreitung der Vorstellungen, welche in den tektonischen Ausführungen desselben vertreten wurden. Dieser Beifall hat vor allem die Kritik jener Ausführungen sehr eingeengt oder sogar übertönt. Daß jedoch Suess selbst jene Unfehlbarkeit für sich in Anspruch genommen hätte, die vielleicht von allzu eifrigen Bekennern seiner Ansichten vorausgesetzt wurde, muß gerechter Weise bestritten werden. Dagegen sprechen gar manche seiner Aeußerungen ganz direkt, und wer den letzten Band des „Antlitz“ mit einiger Aufmerksamkeit liest, wird überdies auf die Spuren mancher Zweifel stoßen, die dem Autor bezüglich seiner früheren Auslassungen nicht fremd blieben.

Ueberdies konnte Suess kaum erwarten, daß ein in vieler Hinsicht revolutionäres Auftreten, wie das seine, durch welches manche hergebrachte Vorstellung in Zweifel gezogen oder angegriffen wurde[2], ganz ohne Kritik würde hingenommen werden, wenn auch diese Kritik in dem einen oder anderen Falle nicht sofort einsetzte[3].

---

[1]) Dieser Ausspruch bezieht sich natürlich nicht bloß auf die ziemlich große Anzahl der unmittelbaren Hörer des Lehrers, von welchen allerdings mit der Zeit ein Teil zu einer mehr selbständigen oder doch abwartenden Haltung gegenüber den betreffenden Lehrmeinungen gelangte, sondern auch auf die nicht geringe Zahl der Anhänger, welche sich diese Meinungen allenthalben erwarben.

[2]) Es ist dabei ganz gleichgültig, ob der Angriff verhüllt oder unter Bezugnahme auf die angegriffenen Autoren direkt erfolgte (Suess, wie schon früher gesagt werden durfte, vermied gern polemische Erörterungen, obschon durch dieselben, wie auch schon betont wurde, die Probleme oft klarer hervortreten). Getroffen fühlt sich aber der Vertreter der in Zweifel gezogenen oder beiseite geschobenen Ansichten zumeist doch.

[3]) Vgl. hier wieder die Erinnerungen (pag. 269), wo davon die Rede ist, daß schon in der Entstehung der Alpen die Lehre von den Hebungen als irrig hingestellt wurde, und wo es heißt: „Der erwartete Widerspruch blieb fast ganz aus.“ Und doch hat er gerade in diesem Falle später nicht gefehlt.

In der Tat sind Widerstände und Einwürfe gegen die neuen Lehren auch nicht ausgeblieben; sie werden gegenüber den betreffenden Ideen und deren Darstellung voraussichtlich auch weiterhin nicht ausbleiben, ohne daß deshalb, weil die Forschung nicht stillsteht, das Verdienst eines Forschers, der Großes erstrebte und den höchsten Zielen sich zuwandte, verkannt zu werden braucht.

Insofern nun hier ein Beitrag zur Geschichte der Geologie geliefert werden soll, ist es unerläßlich, auf solche Widerstände und Einwürfe gegen die Anschauungen unseres Meisters, ähnlich wie das teilweise schon bisher in diesen Seiten geschehen ist, auch weiterhin hinzuweisen und sich nicht auf die bloße Hervorhebung der wesentlichsten der von Suess vorgebrachten Gedanken zu beschränken. Der großen Bedeutung, welche diese Gedanken sich verschafft haben, erscheint es vielmehr angemessen, deren Wirkungen auch dort nicht zu übersehen, wo dieselben Bedenken hervorgerufen haben. Es handelt sich ja hier darum, die Darlegungen des Suess'schen Werkes nicht bloß in ihrem inneren Zusammenhange, sondern nicht minder auch im Zusammenhange mit wenigstens einem Teil der darauf bezüglichen Literatur zu überblicken.

Freilich kann es nicht die Aufgabe dieser Zeilen sein, sich über den ganzen Komplex der Fragen zu verbreiten, welche durch den Autor dieses in seiner Art einzig dastehenden Werkes aufgerollt oder in neue Beleuchtung gerückt wurden. Wir wollen hier eben vor allem nur versuchen, einen vorurteilslosen Einblick in das Wesen der betreffenden Ausführungen zu erhalten. Wir wollen uns klar machen, inwieweit die Ansichten des Autors sich untereinander und eventuell mit den Vorstellungen anderer zu einem Gesamtbilde wenigstens in den großen Zügen vereinigen lassen. Oder anders ausgedrückt, wir wollen sehen, ob die große Synthese, um die es sich hier handelt, nur lose Verknüpfungen bietet oder ob sie auch zu einem geschlossenen System ausgebaut wurde, bezüglich ob sie wenigstens fähig ist, dazu ausgebaut zu werden. Dabei sind wir natürlich auch veranlaßt, über die von Suess bei seinen Beweisführungen befolgte Methode und über seine Art der Darstellung zu reden.

Aus der späteren Besprechung gewisser Einzelheiten wird sich über diese Methode und diese Form zwar manches von selbst ergeben. Es scheint mir aber angemessen, hier schon an dieser Stelle darüber einige Bemerkungen zu machen, die zugleich den Eindruck erkennen lassen, der bei verschiedenen Beurteilern in der bezeichneten Hinsicht entstanden ist.

Was die Form der Darstellung betrifft, so weiß jedermann, der Suess gelesen oder gehört hat, daß derselbe die Sprache in seltenem Grade beherrscht hat. Als glänzender Redner und als formgewandter Stilist wurde er ja allgemein bewundert. Nicht ohne Grund hat deshalb beispielsweise Franz v. Hauer in seinem dem ersten Bande des „Antlitz“ gewidmeten Referate gesagt, daß der Meister vermöge seiner hervorragenden Gabe eines gewandten Ausdruckes im Stande gewesen sei, den Leser sogar über manche Bedenken physikalischer Art hinwegzuschmeicheln, welche sonst bei der Durchsicht seiner Ausführungen sich leicht geltend machen könnten.

Der Amerikaner Hobbs[1]) findet wiederum, daß es Suess gelungen sei, durch eine Schreibweise voll von Einbildungskraft und poetischem Gefühl seine Leser zur Bewunderung zu zwingen, denen sonst die Ueberfülle (overabundance) der in den Arbeiten unseres Meisters gebotenen Einzelheiten das Studium dieser Arbeiten trocken und allzuschwer würde erscheinen lassen.

Sir Archibald Geikie aber, der Suess mit einem Seher vergleicht[2]), nennt das „Antlitz" ein erhabenes philosopisches Gedicht (a noble philosophic poem).

Wenn also Uhlig (l. c. pag. 104) „den Adel und die Eigenart der Sprache" bei Suess hervorhebt, so wird ihm gerade in dieser Hinsicht niemand widersprechen.

Und dennoch scheint dieser Adel der Sprache, diese glänzende Schreibweise, die so viele hinriß, nicht an jeder Stelle überzeugend gewirkt zu haben. Man liest nicht ohne Interesse in einem der vorher schon erwähnten, zur Ehre unseres alten Meisters und augenscheinlich auch zur Abwehr gegen Kritiker geschriebenen Artikel von Fuchs[3]):

„Die Arbeiten Suess', seine Arbeitsweise, ja seine ganze Persönlichkeit war vielfachen mißgünstigen Anfechtungen ausgesetzt. Man sagte, er sei mehr Journalist als Forscher, seine Arbeiten seien eigentlich nicht wissenschaftliche Arbeiten, sondern Feuilletons, und schließlich entstand das Wort ‚Geo-Poet'. Alle diese Aussprüche haben in einem gewissen Sinne ihre volle Berechtigung, aber freilich in einem Sinne, der den beabsichtigten Tadel in das höchste Lob verwandelt. Suess war es nicht darum zu tun, den toten Ballast der wissenschaftlichen Literatur zu vermehren, sondern er wollte unmittelbar eingreifen in den lebendigen Strom des wissenschaftlichen geistigen Lebens, in diesem Sinne war er Journalist." „Die Arbeiten von Suess", fährt dann Fuchs fort, „sind gefällig geschrieben, in diesem Sinne sind sie wirkliche Feuilletons. Aber fast jedes dieser Feuilletons wirkte bahnbrechend, wurde zum Ausgangspunkt einer neuen Forschungsrichtung. Und nun gar Geopoet. Jawohl, gewiß. Suess ist ein Poet, sogar ein großer Poet, aber ein noch größerer Poet ist die Natur selbst, und wer nicht in seinem Innersten das Gefühl der Poesie trägt, der wird vergeblich sich bemühen, sie zu verstehen."

Wie kommt es nun, daß trotz jener gefälligen und im besten Sinne journalistischen Schreibweise, von welcher Fuchs sprach und von der wir auch zugeben dürfen, daß sie den jedem guten Journalisten vorschwebenden Zweck, Stimmung zu machen, in hohem Grade erreicht hat, die Leser des „Antlitz" nicht selten Mühe hatten oder haben, den Gedankengängen des Meisters zu folgen und sich ein klares Bild seiner

---

[1]) In einem Suess gewidmeten Nachruf im Journal of geology, Chicago 1914, pag. 811 etc.

[2]) „A seer gifted with rare power of insight into the past." (Citat nach Hobbs.)

[3]) „Neue Freie Presse" vom 19. August 1906, pag. 12 des Separatabdruckes. Dieser Artikel erschien am Vortage des 75. Geburtstages von Suess.

Ansichten zu verschaffen? Ich meine hier allerdings nicht solche Leser, welche sich mit einem ganz allgemeinen Eindruck begnügen und auch nicht solche, welche vielleicht im Sinne der obigen Andeutungen von Fuchs einzelne Abschnitte und die darin behandelten Fragen zum Ausgangspunkt weiterer Studien nehmen, sondern solche, welche das Werk mehr oder weniger in seiner Totalität zu erfassen bestrebt sind. Man kann ja ohne Zögern bekennen, daß es verschieden organisierte Naturen, bezüglich voneinander stark abweichende Mentalitäten gibt und daß dieser Umstand das Verhältnis eines Autors zu seinen Lesern beeinflußt. Sollte aber tatsächlich die Schwierigkeit des betreffenden Verständnisses nur durch den Mangel jenes „Gefühls der Poesie" begründet sein, welchen Fuchs als ein Hindernis für die richtige Auffassung der Suess'schen Lehren anzusehen scheint?

Bald nach dem Tode von Suess haben das Mitglied der Pariser Akademie L. de Launay[1]) und Hobbs (vgl. oben pag. 82) kürzere Nekrologe veröffentlicht, in welchen die Schwierigkeiten beim Studium der Suess'schen Gedankenreihen direkt beklagt wurden. Der Leser, sagt de Launay, „der das so berühmte Werk hat preisen hören und der an seine Durchsicht herangetreten ist, anfangs mit Zutrauen, dann mit Interesse, schließlich mit etwas Unruhe und einer Art von Erschlaffung (lassitude), verzichtet nicht selten darauf, dessen unbestimmte Entwicklungen zu entwirren, da man ihm sein Vorhaben nicht eben leicht gemacht hat. Es fehlt ihm an kartographischen Behelfen und vor allem ist er genötigt, selbst zu den Schlußfolgerungen sich durchzuringen, für welche der Autor stets das Ergebnis irgendeiner neuen Untersuchung erwartet zu haben scheint."

De Launay gibt hier einen Eindruck wieder, den, wie wir sogleich sehen werden, auch einige andere Forscher erhalten haben.

Was jenen Mangel an kartographischen Behelfen betrifft, der jedoch wohl mehr dem Verleger als dem Autor zur Last zu legen ist, so sieht auch Hobbs darin einen Grund für die schwere Benützbarkeit des Werkes. Er glaubt indessen, daß der Autor selbst sich dieses Mangels wohl bewußt war.

---

[1]) Siehe: La géographie bulletin de la soc. de géogr. Paris 1914, pag. 393 bis 396, Nummer vom 15. Juni. Der inzwischen ausgebrochene Weltkrieg hat uns hier in Wien die fremdländische Literatur, in welcher sich vermutlich noch verschiedene dem Andenken an Suess gewidmete Ausführungen finden, unzugänglich gemacht, so daß wohl eine größere Zahl von Urteilen über das Wirken unseres Altmeisters für die gegenwärtigen Seiten nicht in Betracht gezogen werden konnte. Ich bin daher auch nicht in der Lage, zu wissen, ob diese Urteile sich sämtlich in den konventionellen Grenzen halten, deren Beobachtung viele (insbesondere mehr oder weniger unmittelbar nach dem Ableben einer berühmten Persönlichkeit) für angezeigt halten, oder ob sie auf dem Standpunkt stehen, welchen de Launay am Eingang seines Nachrufes mit folgenden Worten kennzeichnet:

„Depuis trente ans la science géologique a été, on peut le dire, dominée par cet ouvrage colossal qu' Eduard Suess a appelé „das Antlitz der Erde". Au moment où son auteur vient d'achever une noble existence pleine de jours, je voudrais en montrer la grandeur réelle, sans chercher à l'amplifier démésurement et sans tomber dans ces exagérations de piété funneraire, qui aboutissent à peupler le royaume des ombres d'oeuvres et d'hommes également banalisés par le même air de perfection béate.

Hobbs deutet überdies an, daß Suess bei der Verwertung der Literatur zu eklektisch vorgegangen sei und in erster Linie das ihm Passende in den Vordergrund gestellt habe [1]).'

Außerdem wird von den Beurteilern unseres Altmeisters hervorgehoben, daß der lange Zeitraum, den das „Antlitz" bis zu seinem Abschluß gebraucht hat, zu Aenderungen in den Auffassungen des Autors geführt hat. Wenn man noch jünger sei, meint de Launay, erhebe man den Anspruch, zu definitiven Vorstellungen zu gelangen und dieselben in einem vollendeten Werke niederzulegen. Später bemerke man, daß das Leben kurz, die Kunst dagegen lang sei und verliere etwas von dem Vertrauen in die Sicherheit menschlicher Schlüsse. Man werde deshalb weniger Dogmatiker und mehr Peripatetiker und verzichte darauf, mit seinen Schlußfolgerungen „das andere Ufer zu erreichen" [2]).

Dazu könnte man freilich bemerken, daß die peripatetische Art der Suess'schen Darstellung, die uns oft wie im Fluge aus einer Weltgegend in die andere führt, mit der Absicht des Autors zusammenhängt, die betreffenden Erscheinungen zu vergleichen; der Kritiker scheint aber der Meinung zu sein, daß solche Vergleiche nicht überall konsequent genug durchgeführt wurden, um ein annehmbares Resultat zu ergeben.

De Launay stellt in diesem Sinne auch einen Vergleich auf zwischen der Methode von Suess und der seines Vorgängers Beaumont, der bei seinem Versuche einer zusammenfassenden Synthese über Gebirgsbildung zwar zu schweren Irrtümern gelangt sei, von welchem Versuch man jedoch sagen dürfe, daß, wenn auch der ganze Bau untergegangen sei, doch die einzelnen Stücke desselben für sich genommen noch Bewunderung verdienten; bei der Methode von Suess dagegen, welche der sonst so scharfsinnige und geistvolle französische Kritiker ganz überflüssiger und wohl auch unzutreffender Weise als eine „germanische" hinstellt [3]) meint er, es seien die Stücke des Baues, welche nach einander in Ruinen zerfallen, während dieser Bau selbst noch für einige Zeit den Anschein einer gewissen Stabilität bewahre.

Ob gerade dieses Gleichnis in jeder Hinsicht zutrifft, mag im Zweifel gelassen werden, aber hervorheben wollen wir doch, daß derselbe Kritiker schließlich sein Urteil dahin zusammenfaßt, daß unsere

---

[1]) Der amerikanische Geologe, der bei seinen wiederholten Besuchen in Europa nie versäumte, Suess aufzusuchen, nennt diesen einen geistigen Riesen, der turmhoch in isolierter Größe seine Zeitgenossen überragt habe. Nichtsdestoweniger meint er, daß eine ehrliche Kritik gewisse ernste Mängel (serious defects) des Suess'schen Meisterwerks nicht übersehen dürfe. Er sagt dabei (l. c. pag. 814):

„Its author was almost too clever as advocats and parliamentarian and was norcover not without bias. With a manner altogether masterful he could dismiss as it were with a wave of the hand important evidence which was unfavorable to maintenance of his thesis and with equal ability could magnify the weight of much less valuable or unimportant observations.

[2]) Eine Anspielung auf die Schlußworte des zweiten Antlitzbandes.

[3]) Im allgemeinen haben ja die Ausführungen von Suess doch gerade bei den Landsleuten de Launays eine sehr günstige, zum Teil sogar enthusiastische Aufnahme gefunden, während die dagegen geäußerten Bedenken viel öfter von germanischer Seite ausgingen.

Vorstellungen sich in bezug auf viele Punkte, welche hier für die Geologie in Frage kommen, ändern dürften, daß aber die hohe Gestalt von Eduard Suess noch lange fortfahren wird, den aufmerksamen Geologen die Wege zu zeigen, die von der Forschung zu betreten sind.

Unter den Gründen, welche von den oben genannten Autoren angeführt wurden, um die Schwierigkeiten beim Studium des Suess'schen Werkes zu erklären, ist jedenfalls der am unmittelbarsten einleuchtende derjenige, welcher sich auf den Zeitabstand der einzelnen Verlautbarungen des großen Autors bezieht. Dieser bezüglich des Erscheinens der verschiedenen Teile des Werkes und seiner Vorläufer nicht unbedeutende Zeitabstand hat jedenfalls zum mindesten teilweise die Inkohärenz verschiedener von dem Autor kundgegebenen Vorstellungen und Meinungen im Gefolge gehabt, welche, wie im Verlauf der weiteren Darstellung sich erweisen wird, es erschweren, ein geschlossenes Bild von jenen Vorstellungen zu gewinnen.

Der Aufsatz über den Bau der italienischen Halbinsel erschien 1872, die Entstehung der Alpen 1875, die erste Abteilung des ersten Bandes des „Antlitz“ 1883, die zweite Abteilung desselben Bandes 1885, der zweite Band 1888, der dritte (auch als III/1 bezeichnete) Band 1901 und der (offiziell als III/2 bezeichnete) vierte oder Schlußband 1909.

Es ist eigentlich selbstverständlich, daß bei den umfassenden Studien, welche für die Bearbeitung des zu bewältigenden Stoffes nötig waren (eines Stoffes, der überdies während der Arbeit beständig anwuchs, sowie durch die sich jährlich vermehrende Literatur auch zu neuen Gesichtspunkten führen konnte), die Auffassungen des Autors nicht beständig die gleichen bleiben konnten. Man kann eine kleinere Arbeit sozusagen aus einem Guß schaffen, ein Werk, wie es Suess unternahm, niemals.

Es mag sein, daß bei den dadurch für den Leser entstandenen Unzukömmlichkeiten noch der Umstand mitspielt, daß Suess die Verschiebungen, denen seine Auffassungen unterworfen waren, nicht immer deutlich genug als solche markierte. Mehr noch hatte es jedenfalls für jene Schwierigkeiten zu bedeuten, daß seine Jünger und begeisterten Anhänger, von dem, was er einmal ausgesprochen, um mich so auszudrücken, nichts missen wollten und deshalb alle diese Verlautbarungen wie eine Art von Offenbarungen gleichzeitig aufrechtzuerhalten bemüht waren. Nebenbei bemerkt, zeigte sich aber gerade hierin die Macht einer starken Persönlichkeit, welche ausgestattet mit der Kraft eines Sehers oder Propheten die Begeisterung, welche sie selbst für die jeweilig von ihr vertretene Sache fühlt, auf einen großen Teil der Zeitgenossen zu übertragen im Stande ist. Jedenfalls erschien vielen gegenüber einer solchen Persönlichkeit eine Kritik oder eine Zergliederung von Einzelheiten fast blasphemisch, weil man sich den Gesamteindruck, den der von dem Meister eröffnete Ausblick auf große Probleme hervorrief, nicht wollte beeinträchtigen lassen.

Sowohl eine derartige in weiten Kreisen verbreitete Stimmung, wie sie mit dem Eifer der Bekenner einer durch einen gewaltigen

Führer eingeschlagenen neuen Richtung nicht selten zusammenhängt, als auch andere Momente mögen die Wirkung mancher ungehört verhallenden kritischen Einwendung gegen gewisse Auffassungen verwischt und damit die rechtzeitige Verständigung über diese Auffassungen erschwert haben.

So trat vielleicht mancher unter dem Einfluß jener Stimmung an das Studium des besprochenen Werkes mit ganz anderen Erwartungen heran, als sie bei der Durchsicht des Gebotenen bestätigt werden konnten, und so erklärt sich, daß das gerade durch den Beifall der bedingungslosen Bewunderer hoch gespannte Interesse solcher Leser schließlich jener Ermüdung (lassitude) Platz machte, von welcher de Launay gesprochen hat.

Doch liegen diese Umstände sozusagen außerhalb der direkten persönlichen Verantwortlichkeit des alten Meisters. Etwas anderes ist es vielleicht, wenn wir uns fragen, ob nicht auch die ganz spezielle Art und Weise der Suess'schen Darstellung selbst zu der, wie wir sahen, von einigen Autoren gemachten Bemerkung Veranlassung gab. daß es dem Leser, wie sich de Launay ausdrückt, nicht leicht gemacht wurde, den Ausführungen des großen Werkes zu folgen, De Launay deutet das ja bereits an, indem er hervorhebt (vgl. oben), Suess scheine für seine Schlußfolgerungen immer noch auf das Ergebnis irgend einer neuen Untersuchung gewartet zu haben. Damit ist in der Tat sehr treffend ein ganz wesentlicher Umstand hervorgehoben worden für die Beurteilung der Methode des großen Autors, der es leider oft vermieden hat, für seine Auffassungen eine konsequente, möglichst lückenlose Beweisführung beizubringen.

Die Bewertung dieses Vorgehens ist allerdings verschieden und nicht allseitig so ungünstig wie durch de Launay ausgefallen.

Die unbedingten Anhänger von Suess haben sogar gerade dieses Verfahren besonders gerühmt. So schrieb V. Uhlig[1]:

„Mit einem Scharfsinn ohnegleichen weiß Suess aus der verwirrenden Fülle der Erscheinungen diejenigen herauszugreifen, die das Problem entscheiden. In Betätigung einer Art von unpersönlicher Beweisführung begnügt er sich mit der knappen und sachlichen Anweisung der Elemente und überläßt es häufig dem Leser, die in ihrer Unabweisbarkeit förmlich selbstverständlichen Schlußfolgerungen zu ziehen."

Nun ist jenes Herausgreifen von Einzelheiten aus der „Fülle der Erscheinungen" unter Umständen freilich gleichbedeutend mit dem Weglassen von Dingen, die für die Beweisführung störend sind und daraus erklärt sich jener Vorwurf eines zu eklektischen Vorgehens, der von Hobbs erhoben wurde. Schwerwiegender aber ist noch der Umstand, daß die bei jener, wie Uhlig es nennt, unpersönlichen Beweisführung benützten Angaben rein für sich genommen oft nicht ausreichen, um jedermann zu „selbstverständlichen" und „unabweisbaren" Schlußfolgerungen hinzuleiten. Es bleibt da vielmehr manchem die Vorstellung zurück, daß die Gedanken des großen Autors, der in seinen „Erinnerungen" der Phantasie, dem Gemüt und der Poesie

[1]) In der „Österr. Rundschau", l. c. pag. 106.

eine nicht ganz belanglose Rolle bei den Vorstößen in das Reich des Unbekannten anweist [1]), von ihm selbst bisweilen nicht ganz zu Ende gedacht wurden. So kann wenigstens nicht immer jener geschlossene Beweis hergestellt werden, den gewisse Interpreten aus den Aeußerungen des Meisters herauslesen, sofern dieser Beweis nicht im Sinne der zuletzt erwähnten Aeußerungen von Fuchs durch die Empfänglichkeit für poetische Stimmungen ersetzt wird.

Nur daraus wird es erklärlich, daß die Ausführungen von Suess trotz der im einzelnen so eleganten und deshalb viel gerühmten Schreibweise derselben sogar auf sonst ziemlich rückhaltlose Bewunderer des großen Geologen den Eindruck der „Zurückhaltung" und des „oftmals Ungewissen" machten, wie das aus der schönen Gedächtnisrede zu ersehen ist, die L. v. Loczy in der Versammlung der ungarischen geologischen Gesellschaft am 3. Februar 1915 dem Andenken des Meisters zu Ehren gehalten hat. Der Redner meinte, Suess sei „gleichsam bewußt über Zweifelhaftes" hinweggeglitten und er sprach von „unbeendingten Erörterungen [2])."

August v. Böhm aber, der in Petermanns Mitteilungen [3]) unserem großen Autor überaus freundliche Worte der Erinnerung gewidmet hat und dort die „durchgeistigte Technik des Ausdruckes in Wort und Schrift" rühmt, welche den „Meister der Wissenschaft", wie er sich ausdrückt, in bezug auf diese Behandlung der Sprache auch als „Künstler" erscheinen lasse, hat der Besprechung der „gleichmäßig und harmonisch dahinfließenden" Vortragsweise von Suess folgenden Satz hinzugefügt: „Der einzige oratorische Kunstgriff, den er sich mitunter erlaubte, bestand darin, die letzten Worte eines Satzes nur zu lispeln, das letzte wohl überhaupt zu verschweigen — offenbar um die Aufmerksamkeit der Zuhörer zu steigern und den innigsten geistigen Kontakt zu erzwingen."

Die Parallele zwischen Sprech- und Schreibweise ergibt sich in diesem Falle von selbst. Wir erkennen jedoch aus den hier angeführten Beispielen, daß der Eindruck der Darstellungsart unseres Autors in bezug auf jene „Zurückhaltung" des letzten Schlusses seiner Ausführungen bei Lesern und Hörern mehrfach ein ähnlicher gewesen ist, wenn auch dieser Eindruck nicht völlig übereinstimmende Urteile ausgelöst hat.

Wir verstehen aber schon jetzt wenigstens eine der Ursachen, die es erschweren, ein gut umschriebenes Bild von dem zu geben, was man als die Suess'sche Theorie zu bezeichnen hätte, eine Schwierigkeit, mit der die Verfasser der Nekrologe des Meisters besonders zu kämpfen haben. So sagt denn auch Machatschek in seinem für den geographischen Jahresbericht für Oesterreich [4]) geschriebenen Nachruf: „Was man gewöhnlich unter der Suess'schen Lehre vom Gebirgsbau versteht, ist in seinen Werken selten offen ausgesprochen, mehr nur implicite enthalten." Der Deutung und Aus-

[1]) L. c. pag. 434
[2]) „Földtani közlöny" 1915, 45. Bd, vgl. besonders pag. 15 des Separatabdr.
[3]) 69. Jahrgang 1914, 1. Halbband, pag. 339.
[4]) Wien 1915, pag. XVII. (Vgl. das Citat weiter oben.)

legung der Aussprüche des Meisters ist daher nicht selten ein ziemlicher Spielraum gelassen.

Es besteht wohl kein Zweifel darüber, daß dies von kühleren Beurteilern als Uebelstand empfunden wird, doch darf auf der anderen Seite nicht vergessen werden, daß vieles, was in Kunst, Literatur und Wissenschaft die Epigonen dem einzelnen als Fehler anrechnen, bis auf einen gewissen Grad dem ganzen Zeitalter zur Last fällt, in welchem dieser einzelne gelebt hat und unter dessen Einfluß er gestanden ist.

Daß aber das jüngstvergangene Zeitalter in seinem Ringen nach neuen Formen auf dem Gebiete von Literatur und Kunst die strengeren Gebote des Klassizismus nicht selten beiseite geschoben hat, haben die Älteren unter uns ja alle miterlebt. Wenn zum Beispiel ein genialer Bildhauer wie Rodin sich vielfach mit der bloßen Andeutung des von ihm Gewollten begnügte und es dem Beschauer überließ, die unbearbeiteten Partien des Marmors sich in Gedanken weiter auszumeißeln und wenn dieses Verfahren den besonderen Beifall des Publikums fand, warum hätte ein genialer Gelehrter bei der Verlautbarung seiner Ideen es nicht ebenfalls dem Publikum überlassen sollen, diese Ideen nach eigenem Gutdünken und, ich möchte fast sagen, auf eigene Gefahr in engeren Zusammenhang zu bringen.

Wenn wir die Suess'sche Darstellungsart von dieser Seite her betrachten, werden wir vielleicht, trotz unvermeidlicher Einwürfe, wenigstens mit manchem Vorwurf zurückhaltender sein und werden auch verstehen, wenn die Behandlung des von dem Meister zur Unterstützung seiner Vorstellungen aus allen Weltgegenden zusammengebrachten Materials bisweilen sogar einen, ich möchte sagen, futuristischen Zug aufweist.

Man könnte freilich sagen, zwischen der Kunst, die Stimmungen hervorrufen will, und der Wissenschaft, die Klarheit anstrebt, bestehe ein Unterschied und nur die Durchführung einer Gedankenoperation tunlichst bis zum Ende und mit Berücksichtigung ihrer weiteren Konsequenzen verschaffe erst dem Denker selbst die Gewißheit, daß er sich auf dem richtigen Wege befinde. Aber wenn es sich um Probleme handelt, die sich eben vorläufig in ihrem Umfange noch nicht vollständig übersehen lassen und bei denen es genügen mag, der Gedankenarbeit einen wirksamen Impuls zu geben, dann mag auch manchmal eine teils unvollendete, teils nicht stets unter einheitlichen oder sich gleichbleibenden Gesichtspunkten versuchte Beweisführung ihren Zweck erfüllen, sofern dieser Zweck weniger in der Lösung als in der Beleuchtung der betreffenden Fragen gesucht wird.

Gerade diese Art der Darstellung hat sogar neben manchen unzweifelhaften Unbequemlichkeiten den Vorzug, daß sie für den Leser (d. h. wenigstens für denjenigen Leser, der sich einige Selbständigkeit bewahrt) das eigene Urteil nicht ausschließt, was vielleicht manchmal nicht genügend beachtet wurde.

Unter diesem Gesichtspunkte der für den Leser im gegebenen Falle wünschenswerten Selbständigkeit äußert sich einer der hervor-

ragendsten und scharfsinnigsten Schüler des Meisters, Professor Diener[1]), wie folgt:

„Es ist eine der Eigentümlichkeiten von Suess, daß er es dem Leser nicht leicht macht, die Theorie dem Text unmittelbar zu entnehmen. Selten spricht er sie offen aus. Indem er vor den Augen des Lesers die Probleme stellt, läßt er ihn an seiner eigenen Geistesarbeit teilnehmen, nötigt ihn aber auch, die letzten Schlußfolgerungen selbst zu ziehen oder zu erraten.“ An einer anderen Stelle seiner hier erwähnten Rede (l. c. pag. 20) sagt Professor Diener, man könne die Fortschritte, welche Suess in der Erkenntnis der von ihm behandelten Fragen gemacht habe, am besten aus einem Vergleich seiner früheren und späteren Darstellungen erkennen. Eine neue Idee, die in einer älteren Verlautbarung aufkeimte, habe dreißig Jahre später bisweilen zu Schlußfolgerungen geführt, welche den zuerst vertretenen „geradezu entgegengesetzt“ gewesen seien. Aber derselbe Redner bezeichnete es auch geradezu als eines der größten Verdienste des Verstorbenen als Forscher, „daß er uns das großzügige Bild von dem Bau unseres Planeten nicht in der Form eines starren Systems gegeben hat, sondern in der Gestalt eines elastischen Rahmens, in den neue Erfahrungen und Tatsachen sich einfügen lassen, ohne daß die Grundlage des Bildes erschüttert werden muß, daß es uns keine bestimmte Denkrichtung dogmatisch aufzwingt, daß es neue Gesichtspunkte zu assimilieren im Stande ist und den Fortschritten der Wissenschaft entsprechend selbst entwicklungsfähig bleibt.“

Man kann die Schwierigkeiten für denjenigen, der in dem „Antlitz der Erde“ einen festen Boden für seine Vorstellungen von Tektonik zu gewinnen glaubt und man kann auch zugleich das Verdienst des Meisters nicht besser und feiner zeichnen, als dies hier geschehen ist, und es bleibt nur zu wünschen, daß die Epigonen sich der dabei angedeuteten Nötigung selbständiger und unbefangener Geistesarbeit stets bewußt bleiben.

Obwohl er dessen Ansichten nicht billigt, scheint es bisweilen, daß sich Suess die Großzügigkeit in der „erdumfassenden Auffassung“ Elie de Beaumonts[2]) zum Vorbild genommen hat, denn auch der französische Forscher hat nicht wie später Lyell oder dessen deutscher Vorgänger v. Hoff seine Vorstellungen ohne vorgefaßte Meinung auf einer breiten Basis von Tatsachen gleichsam von selbst aufwachsen lassen, sonden in dem Bestreben, ein System zu schaffen, die Dinge seinen der Entwicklung der Beobachtungen vorgreifenden Ideen anzupassen gesucht. Wenn de Launay in der Parallele, die er zwischen Beaumont und Suess zieht, es als einen Vorzug Beau-

[1]) Siehe dessen Gedenkrede in der zur Ehrung des Verstorbenen am 17. Juni 1914 veranstalteten Gedenkfeier der geologischen Gesellschaft in Wien (Mitteil. dieser Ges., VII. Jahrgang 1914, pag. 18).

[2]) Vgl. über die persönliche Begegnung von Suess mit Beaumont die Erinnerungen, pag. 127, wo der Verehrung unseres Autors für den französischen Gelehrten Ausdruck gegeben wird. Siehe übrigens auch die gegenwärtige Darstellung, pag. [78] die Anmerkung.

monts hinstellt, daß dieser seine Ideen konsequenter durchgedacht und es dabei schließlich in dem Bestreben, klar zu sein, sogar zu einer geometrischen Auffassung gebracht habe, so mag er von einem formalen Standpunkt aus recht haben, aber es wird manchen geben, der schließlich die weniger starre Darstellungsweise von Suess vorzieht, weil sie dem Fortschritt der Erkenntnis nicht auf so lange Zeit, wie es bei dem Beaumont'schen System der Fall war, sozusagen die Geleise verlegt[1]), während doch andrerseits eine Fülle von Tatsachen dabei in den Brennpunkt der betreffenden Fragen gerückt wurde.

Diese Fülle war jedenfalls groß im Vergleich zu den doch noch recht spärlichen Behelfen, die einem Forscher in der Zeit Beaumonts für die Zwecke geologischer Hypothesen zur Verfügung standen. Je umfangreicher aber ein solches Material ist, desto schwieriger wird es, dasselbe zu sichten und die daraus abzuleitenden Folgerungen gesetzmäßig und ohne innere Widersprüche zusammenzufassen.

Suess ist diesem Material gegenüber allerdings von gewissen Voraussetzungen ausgegangen, die er intuitiv und keineswegs immer im Sinne der für die Naturwissenschaften zumeist empfohlenen induktiven Methode in die Natur hineintrug. In dieser Beziehung vermag ich Uhlig (vgl. oben) nicht beizustimmen. Wer die Entwicklung der Suess'schen Ideen verfolgt, wie das zum Teil in dem folgenden versucht werden soll, und dabei die Verlegenheiten erkennt, welche diesen Ideen oft im Laufe der Zeit durch die zu ihrer Stütze herbeigezogenen Beobachtungen erwuchsen, wird vielleicht zugeben, daß eher in diesem Fall Fuchs recht behält, wenn er sagt: „In der wissenschaftlichen Tätigkeit Suess' läßt sich ein starker Zug von Inspiration[2]) nicht verkennen.“ Aber immerhin versuchte der große Autor wenigstens nachträglich zu ermitteln, ob die betreffenden Tatsachen zu jenen, vielleicht manchmal etwas rasch gefaßten Voraussetzungen paßten, und wenn er auch bald genug zu der Einsicht gelangte, die er schon in der „Entstehung der Alpen“ (pag. 175) offen bekennt, daß die Natur „oft sonderbar unseren Voraussetzungen widerspricht“, so hat er doch durch jene Versuche der Unterordnung einer kolossalen Menge von Tatsachen und Meinungen unter die von ihm aufgestellten Gesichtspunkte gerade für diejenigen, die sich nicht blindlings seiner Führung anvertrauen, eine reiche Quelle der Belehrung erschlossen, die nicht so bald wieder versiegen wird.

Wenn demnach auch der Geopoet, um diesen Ausdruck (vgl. oben) zu wiederholen, streng genommen, zu keinem konsequent durchgeführten und in seinen Teilen zusammenpassenden System der Geotektonik gelangte und wenn de Launay im Recht sein dürfte, der bei aller Anerkennung, die er der Genialität des Meisters zollt, den Ansichten desselben augenscheinlich nicht durchwegs eine lange

---

[1]) Oder doch nicht zu verlegen braucht, was allerdings ein wenig auch von der Disposition der Epigonen betreffs eines selbständigen Urteils abhängt.

[2]) „Neue Freie Presse“ vom 19. August 1906, pag. 11. Man muß es hier freilich der Verehrung des alten Schülers für seinen ehemaligen Lehrer zugute halten, wenn Fuchs der Meinung zu sein scheint, daß diese Inspiration „gleichsam unbewußt und instinktmäßig“ stets zu der richtigen Lösung der betreffenden Fragen führte.

Lebensdauer verspricht, so wird dennoch der Einfluß eines Gelehrten, der nach Beaumont zum ersten Mal wagte, die ganze Erde in den Kreis seiner tektonischen Betrachtung zu ziehen und der dabei zum allerersten Male versuchte, der ganzen geologischen Weltliteratur gerecht zu werden, ein lange andauernder sein durch die gewaltige Anregung, welche dadurch allen einschlägigen Studien gegeben wurde. Und wenn Professor Diener in seiner Gedächtnisrede (l. c. pag. 19) sagte, „der eigentliche Wert des Monumentalwerkes von Suess“ liege nicht darin, daß die von diesem vertretenen Lehrmeinungen „in größerem oder geringerem Umfang Geltung“ behalten, so wünschte er damit wohl vor allem der Dankbarkeit derjenigen Ausdruck zu geben, denen der große Autor den Weg zu jenen Studien oder doch wenigstens das Gebiet gezeigt hat, welches zu bebauen heute so viele mit Eifer bemüht sind.

Diese Anregung wird fortwirken, auch wenn von dem Gebäude, welches Suess aufzurichten versuchte, kein Stein auf dem anderen bleiben sollte. Wenn dann derartige Betrachtungen größeren Stils, zu denen allerdings nicht jeder berufen ist, den universellen Charakter behalten, den ihnen Suess aufgeprägt hat, so kann das unter Umständen gewiß auch von Vorteil sein, vorausgesetzt, daß der Geschmack an den nun einmal unentbehrlichen, wenn auch nicht immer effektvollen Einzelheiten dadurch nicht unterdrückt wird und daß der Sinn für die positive Erweiterung unserer Kenntnis wieder mehr zu Ehren kommt, als dies in letzter Zeit der Fall war.

Es ist aber jedenfalls selbstverständlich, daß die Bedeutung einer Anregung, wenn sie der Wissenschaft Nutzen bringen soll, nicht bloß in einer sklavischen Arbeit des Ausbaues der betreffenden Ideen durch die Epigonen gesucht werden darf. Auch die kritische Beurteilung dieser Ideen (und darauf wurde schon am Eingang dieser Seiten hingewiesen) muß dabei zu ihrem Recht kommen auf die Gefahr hin, daß manches selbst von dem, was wir bewundern und mit Recht für groß halten, uns bei vorurteilsloser Erwägung als teilweise der Berichtigung bedürftig, oder ganz als Irrtum erscheint. Es wäre eine falsche Auffassung der Pietät, die wir dem Andenken eines hervorragenden Geistes schulden, wenn wir die Rücksicht auf wissenschaftliche Erkenntnis oder auf Ueberzeugungen einer solchen Pietät opfern wollten, was schließlich einem Almosen gleichen würde, dessen gerade der geistig Reiche und Große am wenigsten bedarf.

Es mag erlaubt sein, hier an den Ausspruch eines älteren Autors zu erinnern, der nicht in den Verdacht kommen kann, bezüglich der Bewegungen, welche die Geologie in den letzten Jahrzehnten durchgemacht hat, als Parteimann zu gelten.

Am Schlusse seiner berühmten „Considerations on volcanos“ (1. Aufl., London 1825, pag. 270) schrieb Poulett Scrope gelegentlich einer betreffs des Vulkanes Jorullo entstandenen Meinungsverschiedenheit mit A. v. Humboldt die folgenden Worte: „I conceive indeed that no more effectual service can be rendered to science than the destruction of any one of these glaring theories, which apparently based upon a few specious facts and backed by the authority of some great name are received by the world in general without ex-

amination notwithstanding that they contradict the ordinary march of nature and consequently throw the extremest perplexity into that of science."

Nun kann man zwar sicherlich nicht sagen, daß Suess seine theoretischen, ursprünglich allerdings vielfach durch eine Art von Intuition gewonnenen Vorstellungen nur durch wenige Fakten zu stützen versuchte, wie das Poulett Scrope in seinem Falle bei jener Polemik gegen A. v. Humboldt diesem zum Vorwurf gemacht hat. Im Gegenteil ist es ja bei Suess die Menge der von ihm ins Treffen geführten Tatsachen, welche geeignet ist, den Leser zu bestechen, der dieselben auf den ersten Blick oft kaum zu übersehen und in ihrem Zusammenhange richtig zu prüfen vermag, indessen bleibt doch manches in dem angeführten Ausspruch übrig, was auch in dem vorliegenden Fall zum Nachdenken anregt.

In der Einleitung, die Marcel Bertrand der französischen von Margerie besorgten Ausgabe des „Antlitz der Erde" vorausgehen läßt, heißt es: „In unserer Wissenschaft erscheint uns heute derjenige am weitesten vorgeschritten, der die leitenden Ideen von Suess am besten verstanden hat", und Diener hat gefunden (l. c., pag. 24), daß in diesen Worten ein tiefer Sinn liegt.

Abgesehen von der Bewunderung, die Bertrand für Suess empfand, und die auch hier wieder zum Ausdruck kommt[1]), liegt darin etwas von der Vorstellung, daß das Verständnis jener Ideen nicht immer leicht und daß es gewissermaßen nur den Auserwählten zugänglich ist. Sollte man deshalb finden, daß die folgenden Bemerkungen diesen Ideen nicht in allen Stücken gerecht werden, so hoffe ich damit doch wenigstens teilweise dem Bedürfnis derjenigen Leser zu entsprechen, welche bisher vielleicht nur einzelnen Kapiteln des Werkes ihre nähere Aufmerksamkeit geschenkt und daher über die Anwendbarkeit dieser Ideen in ihrem Zusammenhange sich weniger Rechenschaft gegeben haben. Dem Urteil dieser Leser soll damit nicht vorgegriffen werden. Ob sie sich nun im Sinne Bertrands für vorgeschritten oder für zurückgeblieben halten, bleibe ihnen nach Einsichtnahme in diese Seiten zu entscheiden überlassen. Sollten sie dabei finden, daß in der gegenwärtigen Besprechung Mißverständnisse nicht vermieden wurden, so gibt es ja für die letzteren eine Korrektur. Irrt sich nämlich in diesem oder jenem Fall die Kritik, so hat dafür die Exegese von seiten der unbedingten Anhänger aller jener Ideen um desto leichteres Spiel.

Es wird ja hier, soweit es sich (neben der Anerkennung eines großen Verdienstes) um die Begründung von Zweifeln handelt, nur darauf ankommen, die für Manchen bestehenden Schwierigkeiten zu zeigen, in das Verständnis dieser Ideen voll einzudringen. Um so besser, wenn es später gelingen sollte, solche Unklarheiten zu beheben.

Dies alles sei vorausgeschickt, ehe hier die wesentlichen Punkte der Ansichten sowohl wie der Darstellungsweise von Suess im Besonderen berührt werden.

---

[1]) Vgl. oben pag. [79] der heutigen Darstellung.

Geographische Anschauungen als Ausgangspunkte geologischer Erörterungen.

Man hat öfters gesagt, daß der Verfasser des „Antlitz“ zu den Geologen gehöre, welche nicht nur dem eigenen Fach, sondern auch anderen Wissenschaftszweigen, wie insbesondere der Geographie wertvolle und wesentliche Dienste geleistet haben. Ich selbst, als ich im Jahre 1901 in Ausführung eines Auftrages der Wiener geographischen Gesellschaft dem gefeierten Gelehrten die Hauer-Medaille überreichte, habe damals in meiner Ansprache[1]) den „eminent geographischen Zug“ betonen zu sollen geglaubt, der durch die Arbeiten desselben und besonders durch dessen Hauptwerk hindurchgeht. Ich hob dabei den Gewinn hervor, der speziell für die Geographen bezüglich neuer Gesichtspunkte sich aus dem Vergleich der in diesem Werke zusammengestellten Erfahrungen ergeben könnte.

Es war dies ein Gedanke, der nicht etwa bloß der Gelegenheit angepaßt war, die mich zum Wortführer einer Körperschaft machte, welche anläßlich des Erscheinens der ersten Abteilung des dritten Antlitzbandes den großen Autor zu ehren wünschte, sondern der sich ganz ungezwungen aus dem Studium dieses Werkes von selbst aufdrängt und den später Krebs in dem schönen Nachruf, den er dem Andenken des Meisters widmete, noch weiter ausgeführt hat[2]).

Man darf aber wohl noch einen Schritt weiter gehen, wenn man die Beziehungen zwischen den geologischen und geographischen Vorstellungen bei Suess in ihrer wechselseitigen Bedeutung zutreffend beurteilen will. Man darf nämlich ohne Zögern behaupten, daß in mehrfacher Hinsicht die Geologie gar nicht den alleinigen Ausgangspunkt der Erörterungen bildete, denen wir bei dem Autor des „Antlitz“ begegnen, sondern daß dieselbe in vielen Fällen nur zur Interpretation eines geographischen Bildes herangezogen und in Bezug auf tektonische Vorstellungen sogar teilweise aus diesem Bilde zuerst abgeleitet wurde. Hierin, das heißt in der Erkenntnis der Tatsache, daß einem großen Teil der von Suess vertretenen Anschauungen ursprünglich eine mehr geographische als geologische Betrachtungsweise zu Grunde lag, darf man, wie ich glaube, sogar den Schlüssel für das Verständnis dieser Anschauungen suchen.

Die Topographie der Erdoberfläche, wie sie sich auf den geographischen Karten und namentlich auf einem Globus ausnimmt, gab jedenfalls in Bezug auf jene Anschauungen dem Autor oft den ersten Anstoß zum Nachdenken über die von ihm behandelten Probleme; die Beobachtung oder die sonstige Ermittlung der darauf bezüglichen tektonischen Verhältnisse im Einzelnen trat dann für die weitere Betrachtung erst hinzu. Es war das eben die (allerdings nicht ganz der von Uhlig betonten induktiven Methode entsprechende) Betrachtungsweise, welche Zittel (vgl. oben pag. [81] der gegenwärtigen Darstellung) als eine Untersuchung aus der Vogelperspektive bezeichnet und in

---

[1]) Siehe Mitt. d. k. k. geogr. Ges. Wien 1901, pag. 285. Ich war zu jener Zeit Präsident der genannten Gesellschaft.

[2]) Mitt. d. k. k. geogr. Ges. Wien 1914, pag. 296—311.

Gegensatz zu den tektonischen Theorien gebracht hat, die sich aus dem Spezialstudium bestimmter Gebirge entwickelten.

Gleich die Einleitung des „Antlitz“ macht uns, wie wir sogleich sehen werden, mit dieser Betrachtungsweise bekannt[1]), und im Schlußbande dieses Werkes kommt Suess ausdrücklich auf dieselbe zurück[2]). Ihr ist ja auch der Titel des Werkes angepaßt.

Daß Geographie und Geologie sich zu ergänzen berufen sind, ist unbestreitbar. Von welcher Basis aus die Forschung bei einer solchen Ergänzung am besten auszugehen hat, wird von der Art der einzelnen Fälle abhängen. Die Ergebnisse der physischen Erdkunde, morphologische Studien und dergleichen werden sicher nicht selten eine solche Basis für den Geologen abgeben. Bei der von unserem Autor befolgten Methode handelte es sich indessen nicht um das, was der Geograph speziell morphologische Studien nennt, sondern, wie schon oben ausgesprochen wurde, vorwiegend um eine rein topographische Anschauung der wichtigeren Züge des Erdreliefs, welche sodann mit den entsprechenden tektonischen Ideen von Suess verknüpft wurde.

„So sehr“ nämlich, schreibt Prof. Machatschek[3]) „Suess in seinen Werken auch geographisch dachte und vielfach nach geographischer Methode arbeiten mußte, so gering dachte er von der Geomorphologie“, von deren Seite aus überdies den Lehren von Suess, wie Machatschek außerdem schreibt, eine Gegnerschaft erwachsen ist.

Immerhin kann aber andrerseits für die topographisch-geographische Anschauungsweise unseres großen Geologen eine Erklärung oder Rechtfertigung in dem Umstande gefunden werden, daß das heutige Aussehen der Erdoberfläche (natürlich abgesehen von den Vegetationsverhältnissen und deren Einfluß auf die Landschaft) vielfach von der Summe der bisherigen geologischen (wenn auch nicht ausschließlich tektonischen) Vorgänge bestimmt wurde und sogar der letzte Ausdruck dieser Vorgänge ist.

Auch soll hier nicht in Abrede gestellt werden, daß auf diesem Wege Erkenntnisse gewonnen oder doch angebahnt werden können, und überdies muß zugestanden werden, daß in manchen Fällen die Kartenbilder dem Beschauer gewisse Probleme direkt vor die Augen stellen.

Das gilt insbesondere für die Fragen, die sich auf die Umrisse der Festländer beziehen, welchen denn auch bei den Ausführungen des Meisters ein vorderster Platz eingeräumt wird.

„Könnte ein Beobachter“, so lautet der erste Satz der Einleitung des „Antlitz“, „aus den Himmelsräumen unserem Planeten sich nähernd, die rötlich braunen Wolkenzonen unserer Atmosphäre bei Seite

[1]) Der etwas weiter unten angeführte Wortlaut des ersten Satzes dieser Einleitung erklärt auch zum Teil den Zittel'schen Vergleich.

[2]) Bd. III/2, pag. 724 etc.

[3]) Geographischer Jahresbericht aus Österreich, Wien 1915, pag. 17, in dem für den Verein der Geographen an der Wiener Universität verfaßten Nachruf für seinen ehemaligen Lehrer.

schieben und die Oberfläche des Erdballs überblicken, wie sie unter seinen Augen rotierend, sich im Laufe eines Tages ihm darbietet, so würde vor allen anderen Zügen der südwärts keilförmig sich verengende Umriß der Festländer ihn fesseln."

In der Tat ist diese Zuspitzung, bezüglich Verschmälerung mancher kontinentalen Massen nach Süden hin, wofür Südamerika, Afrika, Indien, Australien (mit Transmanien) und Grönland die wichtigsten Beispiele abgeben, „das auffallendste Merkmal unserer Erdkarte", wie Suess sagt, und ist deshalb einigen Geographen schon seit langem als bedeutsam erschienen. Wir lesen beispielsweise in Peschels Problemen der vergleichenden Erdkunde [1]), und zwar in dem „geographische Homologien" überschriebenen Kapitel, daß teilweise schon Lord Bacon auf die betreffenden Verhältnisse aufmerksam geworden war [2]), und Suess erhebt auch keineswegs den Anspruch der Erste zu sein, der auf dieselben hinwies; er sagt (l. c.) ja ausdrücklich, sie seien wohl aufgefallen, seit man die Erdkarte kennt. Daß er ihre Erwähnung aber an die Spitze seiner Ausführungen stellt und daß er dann noch einige Male auf die betreffende Anschauung zurückkommt [3]), beweist, daß er jenen kontinentalen Verschmälerungen eine besondere Wichtigkeit für seine Betrachtungen beilegte.

Er begnügte sich auch nicht mit der erneuten Konstatierung der betreffenden Tatsache, sondern versuchte auch deren Deutung, denn er erklärte die keilförmigen Umrisse jener Landgebiete durch das Zusammentreffen von Senkungsfeldern verschiedenen Alters.

Augenscheinlich glaubte er bei dieser Betrachtung den Umstand vernachlässigen zu dürfen, daß die Konturen alter Küsten im Laufe der Zeit durch den Anprall der Wogen teilweise modifiziert worden sind, so daß die heutigen Küstenlinien nicht durchwegs strikt mit einer tektonischen Grenze zwischen Senkungsfeldern und aufragenden Teilen der Erdoberfläche zusammen zu fallen brauchen. Doch mag dieser Umstand bei einer großzügigen Betrachtung, wie sie uns hier vorliegt, in der Tat wenig von Belang sein.

Immerhin bleibt ziemlich ungewiß, wie sich die von Suess vorgenommene und sogleich näher zu besprechende Unterscheidung des pacifischen und atlantischen Küstentypus speziell für Südamerika und vielleicht auch für Australien mit der hier erwähnten Auffassung verträgt, insofern unter diesem Gesichtspunkt die beiden Seiten der südamerikanischen Zuspitzung doch kaum als gleichwertig anzusehen wären und auch die pacifischen Küsten Australiens nicht mit den übrigen Küsten dieses Kontinents vergleichbar erscheinen. Für Südamerika wird dieses Bedenken übrigens von Suess selbst anerkannt („Antlitz" II, pag. 680).

Das „verschiedene Alter" der betreffenden Senkungsfelder hat aber gerade für diese Frage wohl keine besondere Bedeutung.

Auffallender noch erscheint es vielleicht, daß in der Darlegung von Suess die Frage ungeklärt bleibt, weshalb jene Zuspitzungen

[1]) Die 1. Auflage dieses Buches erschien 1869. Das hier gegebene Citat bezieht sich auf pag. 66 der 3. Auflage 1878.

[2]) Bacon von Verulam lebte bekanntlich vor mehr als 300 Jahren.

[3]) „Antlitz der Erde", II. Bd, pag. 680 u. Schlußband III/2, pag. 690.

gerade gegen Süden gerichtet sind. Es wäre interessant gewesen gerade von einem Meister wie Suess zu erfahren, wie man beispielsweise die sogenannte Tetraeder-Hypothese von Green zu beurteilen habe, von welcher Supan in seiner physischen Erdkunde (4. Auflage 1908, pag. 41) sagt, daß sie jene Zuspitzungen bis auf einen gewissen Grad erkläre [1]). Aber da Suess die Bezugnahme auf geometrische Vorstellungen bei seinen tektonischen Ausführungen überhaupt ablehnt, wie er das bekanntlich in ausgesprochener Weise gegenüber dem Beaumont'schen Pentagonalnetz getan hat, so ist begreiflich, daß er auch in diesem Falle auf ein Eingehen in derartige Spekulationen verzichtet hat.

Wenn uns jedoch dafür gesagt wird („Antlitz" III/2, pag. 90), daß es auch auf dem Monde Senkungsfelder gibt, welche durch „keilförmige Horste" von einander getrennt sind, so ist das allerdings der Hinweis auf eine hoch interessante Analogie, die vielleicht einmal für die Erklärung der irdischen Erscheinungen Bedeutung gewinnen kann, aber vorläufig gibt uns das noch keinen richtigen Aufschluß über die Gründe, weshalb die bewußten Zuspitzungen auf der Erdoberfläche gerade sämtlich nach der Richtung verlaufen, wie wir sie auf den Karten sehen.

Trotzdem aber, das heißt obgleich hier noch einige Hauptfragen offen geblieben sind, darf man die bewußten Darlegungen von Suess und die von diesem versuchte Deutung der betreffenden Erscheinung doch wohl für mehr als eine bloße, in neuartigen Worten gegebene Umschreibung des betreffenden Tatbestandes ansehen und darin eine wesentliche Förderung der Diskussion des Problems erblicken, welches sich auf jene auffällige Art der Abgrenzung zwischen den über den Meeresspiegel auftauchenden und den unter denselben untergetauchten, nach Suess gesenkten Teilen der festen Erdkruste bezieht.

Jene Deutung steht übrigens in einem gewissen Zusammenhang mit einem anderen Gedanken des großen Autors, der sich vielfache Zustimmung erworben hat und gleichfalls einer geographischen Betrachtungsweise entsprang.

Es ist der Gedanke, für die Umrisse der Festländer unter Berücksichtigung der dazu gehörigen Inseln zwei verschiedene Typen zu unterscheiden, den atlantischen und den pacifischen. Der vierte Abschnitt des zweiten Antlitzbandes ist der Darlegung dieses Gedankens gewidmet. „Bruchränder von Horsten und Tafelbrüche bilden die mannigfache Umgrenzung des atlantischen Ozeans" (l. c. pag. 258), während (l. c. pag. 261) fast alle genauer bekannten Umgrenzungen des pacifischen Ozeans durch gefaltete Gebirge" gebildet werden, „deren Faltung gegen den Ozean gerichtet ist, so daß ihre äußeren Faltenzüge entweder die Begrenzung des Festlandes selbst sind, oder vor demselben als Halbinseln und Züge von Inseln liegen". Als wichtiges Merkmal des pacifischen Typus gilt auch (vgl.

[1]) Supan macht allerdings den begründeten Vorbehalt, daß sich die Verteilung von Land und Wasser in den geologischen Zeiten geändert habe, was bei Green nicht berücksichtigt wurde.

l. c. pag. 264) „die Vervollständigung der marinen, mesozoischen Schichtenreihen, welche man wahrnimmt, wenn man sich den pacifischen Küsten nähert. An den atlantischen Küsten sieht man das nicht“.

In seiner Abschiedsvorlesung[1]), in welcher Suess den Abstand zu zeigen sucht zwischen dem Stande unserer Wissenschaft zur Zeit des Beginns seiner Lehrtätigkeit und dem Maß der Erkenntnis, welches dieselbe am Schlusse dieser Tätigkeit aufwies, kommt derselbe auf einige wesentliche Punkte der von ihm vertretenen Anschauungen in summarischer Weise zurück und erwähnt dabei auch wieder den Unterschied zwischen den genannten beiden Küstentypen, woran er einige weitere Betrachtungen knüpft.

Er betont dort unter anderem, man sehe bei Betrachtung einer Weltkarte, daß mit Ausnahme des Hoangho und des Yangtsekiang „kaum noch irgend ein größerer Strom seinen Weg zum pacifischen Ozean nimmt[2])“. „Alle Wässer des Festlandes wenden sich zum atlantischen und zum indischen Ozean.“ Dann hebt er die „bogenförmigen Gebirgsketten“ hervor“, welche „alle gegen den pacifiischen Ozean zu bewegt sein scheinen“, während „gefaltete Gebirgsketten“ wie die Antillen zwar „an das atlantische Gebiet herantreten, aber sich zurückkrümmen als würden sie durch irgend eine geheimnisvolle Kraft[3]) zurückgehalten“ wobei im übrigen rings um den Atlantischen und Indischen Ozean nur gleichsam „amorphe Küstenlinien“ vorkommen.

Aus diesen und einigen etwa sonst noch in Betracht kommenden Verhältnissen entnimmt dann der Autor die Vorstellung, daß der pacifische Ozean „seit außerordentlich langer Zeit“ besteht[4]), daß der Indische Ozean jünger, der Atlantische noch jünger ist. Ein vierter Ozean, für welchen Suess den Namen Tethys gewählt hat[5]), ist bis auf einen durch unser heutiges Mittelmeer gebildeten Rest verschwunden. Sein ganzes Gebiet ist „in Falten gelegt.“

Wenn nun auch Suess es dem eigenen Ermessen der Fachgenossen anheimgestellt hat, dem ursächlichen Zusammenhang zwischen der Seltenheit der Flußläufe, die zum Pacific führen, und dem hohen

---

[1]) Bereits früher citierte Veröffentlichung in den Beiträgen zur Paläontologie u. Geol. Oesterr.-Ungarns u. d. Orients, 14. Band. Vgl. für den jetzigen Fall die pag. 4 u. 5 des Separatabdruckes.

[2]) Weshalb Ströme wie der Amur und der Mekong, die doch ebenfalls mit dem Pacific verbundenen Meeren zufließen, nicht genannt wurden, oder auf der amerikanischen Seite Colorado, Oregon und Fraser, die doch mehr als bloße Küstenflüsse sind, unberücksichtigt bleiben sollen, ist allerdings nicht ersichtlich.

[3]) Das Zurückkrümmen wird allerdings durch die für den pacifischen Typus als bezeichnend hingestellte Bogenform bedingt. Der Bogen wäre ja sonst kein Bogen. Wenn also hier ein „Geheimnis“ besteht, so liegt es in der für den gegebenen Fall auffälligen und der Theorie nicht entsprechenden Existenz des Antillenbogens an sich, aber nicht daran, daß der Bogen krumm ist.

[4]) Mit dieser Vorstellung von dem großen Alter des Pacific hängt vielleicht noch zusammen (vgl. „Antlitz“ III/2, pag. 695), daß Suess einer interessanten Vermutung des jüngeren Darwin sympathisch entgegen kommt, der Vermutung nämlich, die Stelle, an welcher sich der Mond seiner Zeit von der Erde losgelöst hat, sei in der Region des Pacific zu suchen.

[5]) Ueber dieses einstige Meer vgl. verschiedene Stellen des 3. Bandes (z. B. pag. 25, 296, 369) und des Schlußbandes (z. B. pag. 219) des „Antlitz“.

Alter dieses Beckens nachzusinnen [1]) und wenn er auch, wie später gezeigt werden soll, die Meinung von der Bewegung der gefalteten Ketten gegen den Pacific in ihrer Allgemeinheit keineswegs aufrecht erhalten hat [2]), so wird man doch zugeben dürfen, daß er mit dem angegebenen Gedanken einige wichtige Züge im Antlitz unseres Planeten den Beobachtern dieses Antlitzes zum deutlichen Bewußtsein gebracht hat und daß eine Reihe von Erscheinungen dadurch für weitere Vergleiche erst in eine passende Beleuchtung gerückt wurden.

Ein absolut für die bezüglichen Erdräume gültiges Gesetz wurde damit allerdings nicht gefunden.

Auf gewisse Ausnahmen von der von ihm für die geographische Verbreitung der beiden Küsten-Typen vermuteten Regel hat Suess selbst aufmerksam gemacht, wie denn besonders die so eben kurz erwähnten Antillen und im südlichen Polarmeer die Süd-Sandwich-Inseln solche Ausnahmen vorstellen, insofern sie den pacifischen Typus im Bereich des atlantischen Ozeans vertreten, welcher Typus (wieder nach Suess selbst) auch bei Gibraltar direkt in der Nähe des Atlantischen Ozeans zum Vorschein kommt. Auch bezüglich des Mittelmeers, dieses Epigonen der alten Tethys, die doch nicht zum pacifischen Gebiet gehörte, hat der Meister hervorgehoben, daß in dessen Umrandung der pacifische Typus überwiegt. Aber vielleicht ändern solche Ausnahmen nicht allzuviel an dem Gewinne, den wir gegebenenfalls aus der vergleichenden Betrachtung ziehen können, von welcher so eben die Rede war.

Und wenn, insofern Suess ja nur die heutigen Umrandungen der Ozeane verglich, die Frage einigermaßen offen geblieben ist, wie sich das ältere Gebiet des Pacific in der Vergangenheit verhalten hat, mit anderen Worten, ob dessen Umrandung stets dem pacifischen Typus entsprochen hat, eine Frage, die bei den Altersverhältnissen

---

[1]) Wenn vielleicht die übrigens im Ganzen ziemlich jugendlichen Kettengebirge, welche gegenwärtig auf der amerikanischen Seite den alten pacifischen Ozean einfassen, als Hindernis für eine größere Stromentwicklung aufgefaßt wurden, so mag das verständlich sein. Ein solches Hindernis wird jedoch durch die freien ostasiatischen Inselkränze für die Küsten ihres kontinentalen Hinterlandes nicht gebildet. Betreffs der angeblichen Seltenheit großer Ströme in dieser Gegend im Gegensatz zu der Süßwasserabgabe an andere Küsten, wird aber der gewöhnliche Beschauer einer Weltkarte sich mit der Wahrnehmung beruhigen, daß die an den Atlantischen und Indischen Ozean, sowie an das Eismeer grenzenden Landstriche von sehr viel größerer Ausdehnung sind als die festländischen Umrandungen des Pacific, für den beispielsweise die europäischen und afrikanischen Flüsse bei dieser Betrachtung von vornherein nicht in Frage kommen. Es ist also nicht recht durchsichtig, weshalb Suess die betreffenden Verhältnisse zur Charakterisierung des Unterschieds zwischen dem atlantischen und pacifischen Küstentypus herangezogen hat.

Jedenfalls haben wir es hier wieder mit einer jener „unbeendigten Erörterungen" zu tun, welche einige Beurteiler, wie früher gezeigt wurde, als bezeichnend für die Darstellungsweise unseres Autors erkannt haben.

[2]) Betreffs der südamerikanischen Anden hat Suess zwar ursprünglich jene Meinung vertreten, und z. B. noch im II. Band des „Antlitz" (pag. 163) ausgesprochen, daß die tangentiale Bewegung in der ganzen Breite beider amerikanischen Kontinente gegen den Pacific gerichtet sei, schließlich aber die umgekehrte Meinung geäußert, was, da die Anden doch einen beträchtlichen Teil der Umrandung des Pacific bilden, einer wesentlichen Einschränkung des oben citierten Ausspruchs gleichkommt.

der umrandenden Ketten an sich nicht ganz überflüssig ist, so zeigt das nur die nicht ganz einfache Natur und zugleich auch die Bedeutung des von dem Meister aufgestellten Problems.

Jedenfalls hat Suess mit den erwähnten Darlegungen, gleichviel, wie wir uns zu denselben verhalten, ebenso wie mit den vorgenannten Ausführungen über die südlichen Zuspitzungen der Kontinente versucht, die Auffassung der Tektonik der Erdoberfläche gegenüber der Einzelbeobachtung der Verhältnisse der Gebirgsbildung unter allgemeinere Gesichtspunkte zu bringen, was mit Recht von seinen Beurteilern, insbesondere seinen Anhängern hervorgehoben und als ein wesentliches Moment seiner Anschauungsweise betont wurde.

„Man hatte die Kettengebirge bisher als gewissermaßen individualisierte Objekte betrachtet“, schrieb Theodor Fuchs in der Wiener „Neuen Freien Presse“ vom 11. November 1909. Das eigentliche Studienobjekt des Geologen seien aber nach Suess gar nicht die Gebirge, sondern die Kontinente. Das ist nun freilich eine wenigstens nach ihrer negativen Seite hin etwas weitgehende Forderung.

Immerhin nämlich wird man sich von der Beschäftigung mit den Gebirgen nicht ganz zurückziehen dürfen, und da dies auch Suess nicht getan hat, wird in den folgenden Seiten wiederholt auch von einzelnen Gebirgen zu sprechen sein.

Nicht wenig (wenn auch keineswegs unbedingten) Beifall und sogar mehrfach Nachahmung hat auch der ebenfalls auf einer zunächst rein geographischen Betrachtung fußende Versuch des Meisters gefunden, sogenannte Leitlinien der Gebirgsketten zu konstruieren und danach die Zusammenhänge dieser Ketten und deren Bildungsweise zu beurteilen. Er wollte [1]) „auf diesem Wege der Synthese die Faltenzüge zu noch größeren Einheiten naturgemäß“ vereinigen, „einen möglichst großen Teil der Erdfaltung in einem einzigen einfachen Ausdruck“ erklären (!) und auf diese Art „den von der Natur auf das Antlitz der Erde geschriebenen Plan“ ermitteln.

Ein schwieriger Versuch bei der zum Vollzug gebrachten Methode, die auf weite, mitunter noch wenig bekannte Gebiete anzuwenden war.

Vor allem aber kann hier die Bemerkung nicht unterdrückt werden, daß der Sinn der soeben angeführten Worte nicht ganz leicht zu erfassen ist, weil uns mit diesen Worten (überdies in etwas undeutlichen Umrissen) zwar der Zweck der Leitlinien bezeichnet, aber nicht gesagt wurde, was man eigentlich unter einer Leitlinie zu verstehen habe, denn, wie schon Diener in einem Referat über die erste Hälfte des dritten Antlitzbandes hervorhob [2]), hat Suess überhaupt „eine Definition des Begriffes Leitlinie nicht gegeben“.

Man dürfte, sagt Diener weiter, der Meinung von Suess „wohl am nächsten kommen, wenn man die Leitlinie eines Gebirges als den Ausdruck seines mittleren Streichens bezeichnet“. Nun aber

[1]) „Antlitz“, III. Bd., I. Teil, pag. 6.
[2]) Mitt. d. k. k. geogr. Ges. in Wien 1901, pag. 275.

ist das mittlere Streichen eines Gebirges ein sehr dehnbarer Begriff. Was ist z. B. das mittlere Streichen der Karpathen, die von der mährisch-ungarischen Grenze bis in die Bukowina hinein ihr Gebirgs- wie ihr Schichtenstreichen mehrfach ändern? Soll man da die mährischen Karpathen für sich betrachten und dasselbe jeweils mit den westgalizischen und den ostgalizischen Karpathen tun? Oder wie verhält sich jenes mittlere Streichen, wenn man dann noch die transsylvanischen Gebirge, die ihrerseits auch kein einheitliches Streichen besitzen, zu den Karpathen rechnet? Bei der praktischen Anwendung des Begriffes oder vielmehr des Wortes Leitlinie, scheint man sich gern mit kleineren Gebirgsabschnitten zu behelfen. Es bleibt jedoch so ziemlich der Willkür der Autoren überlassen, wie groß oder wie klein sie diese Abschnitte nehmen wollen.

Die Klage, daß Suess es bei seinen tektonischen Ausführungen oft an genügend scharfen Definitionen der von ihm als Begriffsbezeichnungen verwendeten Worte habe fehlen lassen, wie dies in dem jetzt gegebenen Falle von Diener als Uebelstand empfunden wurde, ist ja mehrfach erhoben und einige Male auch öffentlich ausgesprochen worden. Bittner hat dieser Klage schon vor längerer Zeit sogar in einer besonderen Darlegung [1]) Ausdruck verliehen, die alle Merkmale des scharfen, kritischen Verstandes an sich trägt, der dem letztgenannten Autor eigen war und die auch heute noch von jedem, der sich über die dort behandelten Fragen ein unbefangenes Urteil zu bilden wünscht, mit Nutzen zu lesen ist [2]). Die Bittner'sche Besprechung bezog sich beispielsweise auf solche Worte wie Horst, Flexur [3]) und Scharung, die sich allerdings in der Literatur jetzt so ziemlich eingebürgert haben, wobei sich durch die Art der Anwendung dieser Worte die dazu gehörigen Begriffe mehr und mehr in faßlicher Weise herauszubilden vermochten [4]). Auch macht die Benützung dieser Bezeichnungen keine Ungelegenheiten, wenn die betreffenden Autoren sich nicht mit dem knappen Wort begnügen, sondern sich die Mühe nehmen, die betreffenden Verhältnisse etwas näher zu

---

[1]) Ueber einige geotektonische Begriffe und deren Anwendung. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1887, pag. 397—422.

[2]) Bittner war, wie ich bei dieser Gelegenheit, wenn auch ohne Bezug auf den vorliegenden Fall zur Kennzeichnung dieses vielfach mißverstandenen Mannes aussagen will, einer der ehrlichsten Kämpfer gegen allen falschen Schein in der Wissenschaft. Wenn es ihm bei der Vertretung seiner Ueberzeugungen nicht immer gelang, eine genügend glatte und gefällige Form des Ausdrucks zu finden, so ist das kein Grund, die stets wertvollen, überdies nur zum Teil polemisch-kritischen Arbeiten dieses tüchtigen Gelehrten zu übersehen, der einer unserer gewissenhaftesten und kenntnisreichsten Alpengeologen gewesen ist.

[3]) Dieser Ausdruck kommt allerdings schon in der Literatur vor Suess vor, indessen vielleicht nicht stets in dem Sinne, den die neuere von Suess beeinflußte Literatur damit verbindet.

[4]) Sie konnten teilweise sogar schon durch Definitionen umschrieben werden. Daß indessen ursprünglich diese Anwendung keine feststehende war, hat Bittner in überzeugender, man möchte sogar sagen drastischer Weise gezeigt. Vgl. z. B. dessen Ausführungen über die Scharung (l. c. pag. 417 etc.), durch welche ich, nebenbei bemerkt, mich einer besonderen Besprechung dieses Wortes in der heutigen Darlegung enthoben glaube. Die Vorstellungen über die Scharung spielen ja ebenfalls in das Geographische hinein. Ich könnte aber den Bemerkungen Bittners hier nicht viel Neues hinzufügen.

schildern, wodurch dann Mißverständnisse leichter vermieden werden. Bei der Bezeichnung „Leitlinie“ indessen hat sich, wie mir scheint, der dazu gehörige Begriff noch nicht genügend krystallisieren können, und das ist vielleicht ein Grund für die Wahrnehmung Machatscheks[1]), daß man bisweilen geneigt ist, die Bedeutung der Leitlinien für den geologischen Bau der Erdkruste zu unterschätzen, während man erkannt habe, daß für das Verständnis der heutigen Oberflächengestaltung mit diesen Linien wenig gewonnen sei.

Gute Definitionen gehören freilich zu den schwierigsten Aufgaben für einen Schriftsteller, und wenn Suess dem Versuch, Definition zu geben, meist ausgewichen ist, obschon ihm sicher die deshalb gegen seine Darstellung erhobenen Bedenken nicht unbekannt blieben, so geschah dies wohl, weil er lieber gar nicht als schlecht definieren wollte. Insofern es sich hier um eine Eigentümlichkeit der Suess'schen Schriften handelt, mit welcher sich der Leser wohl oder übel abfinden muß, will ich bei dieser Gelegenheit hervorheben, was Suess selbst in seinen „Erinnerungen“ (pag. 432) über Definitionen gesagt hat. Er schreibt dort:

„Aristoteles wird das Wort zugeschrieben: Ich weiß, was der Raum ist, frägst du mich aber darum, so weiß ich es nicht. Der große Weise wußte keine Definition zu geben und ich fürchte, daß auch seither nur leere Verkettungen von Worten als Definitionen geboten worden sind. Ich kann sagen, was ein Kubikmeter oder was eine Stunde ist, das ist was ein Teil des Raumes oder der Zeit ist; aber wo kein Maß ist, da schließt sich nicht der Begriff.“

Das Urteil über die Definitionen, welches in dieser Aeußerung enthalten ist, erscheint etwas hart, zumal die Verkettungen von Worten nicht stets auf die Versuche beschränkt bleiben,einen Begriff zu umschreiben, wie denn offen gestanden aus den oben erwähnten Wendungen, durch welche zwar keine Definition der Leitlinien gegeben, aber doch deren Zweck bezeichnet werden soll, mancher Leser nicht viel mehr Nutzen ziehen wird als aus jenen Verkettungen von Worten.

Auch handelt es sich doch nicht immer um so transzendentale Dinge wie in dem Falle des Aristoteles. Ein Geologe, der mit Worten wie Horst, Scharung oder Leitlinien zu operieren hat, sollte denn doch wissen, was mit diesen Worten gemeint ist, und ein Antor, der solche Worte in die Wissenschaft einführt, wird doch im allgemeinen gut tun, die betreffende Begriffsbildung nicht dem Leser allein zu überlassen.

Namentlich in dem jetzt besprochenen Falle wäre dies gut gewesen, da ja durch die Leitlinien der Zusammenhang der verschiedenen Gebirgsketten zu enger mit einander verbundenen Gebirgssystemen dargestellt werden sollte, was eine der Hauptaufgaben war, die sich Suess in seinem Werke gestellt hatte.

Manche Schwierigkeit, die sich hier aus dem Mangel eines klaren Begriffes ergibt, hätte sich übrigens vermeiden lassen, wenn der Aufstellung der Leitlinien eine Verständigung über die Grundsätze vor-

[1]) Geogr. Jahresbericht, l. c. pag. 17.

ausgegangen wäre, nach welchen jener Zusammenhang der Ketten zu einem System und verschiedener Systeme untereinander bestimmbar ist.

So aber hat, um mit Philippson[1]) zu reden, „noch niemand genauer definiert", was man unter einem Gebirgssystem und dem Zusammenhang solcher Systeme zu verstehen habe. „Auch Ed. Suess," so fährt Philippson fort, „dessen klassisches Werk im wesentlichen die Darstellung der Gebirgszusammenhänge zum Ziel und Inhalt hat, vermeidet doch völlig irgend eine Definition[2]) dieser Begriffe. Was ist entscheidend für den Zusammenhang der Faltengebirge: Die Gesteine und die Geschichte der Ablagerungen? Das Alter der Faltung, die Streichrichtung der Faltung? Der topographische Zusammenhang? So lange man sich darüber nicht klar geworden ist, halte ich es für ziemlich müßig, über die Zusammenfassung oder Trennung der einzelnen Gebirgssysteme zu streiten."

Hält man diese Aeußerung Philippsons für berechtigt, dann bedeuten die sogenannten Leitlinien tatsächlich nicht mehr als den ungefähren Verlauf der Richtungen der Kettengebirge, wie er sich auf den topographischen Karten zeigt und besonders in den älteren Atlanten durch langgestreckte raupenförmige Zeichnungen schematisiert zur Darstellung gebracht wurde. Diese Linien geben gewissermaßen ein vereinfachtes Bild jenes Verlaufes, was allerdings zur Illustrierung mancher Ausführungen (z. B. über die Bogenformen vieler Gebirge, ziemlich bequem sein mag, aber sachlich keinen weiteren Vorteil bietet. Die Freude an einem neuen Schlagwort, welches sich hier eingestellt hat, mag übrigens viel dazu beigetragen haben, die „Leitlinien" in der neueren Literatur trotzdem wenngleich nicht allgemein, so doch bei einer Gruppe von Geologen populär zu machen.

Es mag aber angebracht sein, nach dieser mehr allgemeinen Betrachtung noch auf einige Einzelheiten hinzuweisen, welche mit der Frage der Leitlinien (bezüglich der Grundsätze für die Verwendung dieser Linien) bei der Zusammenfassung von Gebirgen verknüpft sind.

Suess selbst konnte nicht umhin zu betonen, daß die durch die Leitlinien zu symbolisierenden Faltungen zu verschiedenen Zeiten stattgefunden haben, was der Ermittlung mancher vermuteter Zusammenhänge durch eine vorwiegend topographische Betrachtungsweise jedenfalls im Wege steht.

Gelegentlich dieses von dem Autor des „Antlitz" allerdings nicht sehr hoch bewerteten Bedenkens weist derselbe noch darauf hin, daß die faltende Kraft nicht zu allen Zeiten mit gleicher Intensität gewirkt haben könne. Er betont[3]), daß alle archäischen Felsarten der Erde Faltung erfahren haben, während später die betreffenden Gebiete stellenweise in Ruhe verharrten. Er schließt daraus, daß die faltende Kraft einst über den ganzen Erdball tätig gewesen, heute aber örtlich beschränkt sei, so daß sie an vielen Stellen als „abgestorben" betrachtet werden könne.

---

[1]) Petermanns Mitteilungen 1914, II. Halbband, pag. 74.

[2]) Hier sehen wir gleich ein weiteres Beispiel für die Klagen über Unzukömmlichkeiten, die sich aus dem Mangel einer deutlichen Orientierung des Lesers bezüglich des Inhaltes gewisser Worte ergeben.

[3]) „Antlitz" III. Bd., 1. Teil, pag. 7.

Ich vermute, daß diese Ausführung den Zweck hatte, die Ausschaltung der durch die archäische Faltung bedingten Verhältnisse von der Besprechung der Leitlinien zu begründen und damit die betreffende Diskussion von vornherein auf die postarchäischen Faltungen zu beschränken [1]).

Aber auch sonst ergeben sich aus den Altersverhältnissen der verschiedenen Störungen noch immer einige Unzukömmlichkeiten für die gesuchten Zusammenhänge.

Bei der Beurteilung des von Suess aufgestellten Gebirgssystems der Altaiden, die nicht bloß in Asien, sondern auch in Europa eine große Rolle spielen und sich sogar nach Nordamerika fortsetzen sollen, wurde als wesentlicher Gesichtspunkt das Alter gewisser Diskordanzen besonders betont. Schon bei den eigentlichen älteren Altaiden ist aber das Alter dieser teils vor das Oberkarbon teils vor das Perm fallenden Diskordanzen nicht überall das gleiche, und die im Schlußbande des Antlitz" bei den afrikanischen Altaiden abgehandelten Sahariden "cheinen noch älter zu sein. Insofern nun aber die jungen Alpen sbezüglich die Alpiden) als posthume Altaiden bezeichnet wurden, müßte Suess jedenfalls ganz heterogene Gesichtspunkte in seiner auf die Zusammenfassung größerer tektonischer Einheiten gerichteten Darstellung miteinander verschmelzen, wenn er diesen gemischten Altersbeziehungen unter dem topographischen Bilde der Leitlinien gerecht werden wollte.

Eine nicht ganz geringe, aber doch bei Suess wenig beachtete Schwierigkeit für die Erkenntnis der vermuteten Zusammenhänge von Gebirgen oder Gebirgsteilen bildet auch der schon von A. v. Humboldt [2]) und manchen anderen Autoren hervorgehobene Umstand, daß das Streichen der Schichten und dasjenige der Gebirgskämme nicht überall übereinstimmt, da die Richtung der Kämme zuweilen von Bruchlinien, eventuell auch von Erosionsvorgängen modifiziert sein kann.

Ich selbst habe das vor Jahren bereits für das Albursgebirge in Persien zu zeigen versucht und dabei auch andere Beispiele ähnlicher Art hervorgehoben [3]). Wenn also das nördliche Randgebirge Persiens, so wie es sich auf den gewöhnlichen Landkarten darstellt, einen nach Süd konvexen Bogen bildet, so hatte Suess vielleicht nicht ganz recht, dieses Gebirge als in seinem Sinne gleichwertig mit anderen

---

[1]) Es ist, nebenbei bemerkt nicht wohl zulässig und auch von Suess kaum beabsichtigt, die Faltung der archäischen Felsarten als gleichzeitig über den ganzen Erdball ausgedehnt anzunehmen. Deshalb ist die Vorstellung von der einst größeren Stärke der fallenden Kräfte keine unbedingt notwendige. Im Hinblick auf die schier unermeßlichen Zeiträume, welche den Krustenbewegungen während der Bildung jener Felsarten zur Verfügung standen, war auch die Möglichkeit gegeben, daß nach und nach alle diese Felsarten in den verschiedensten Gegenden ihrer Verbreitung bei der Faltung an die Reihe kamen. Wenn also nicht aus anderen Gründen auf das „Absterben" der faltenden Kraft geschlossen werden muß, so kann der von Suess hier hervorgehobene Umstand an sich allein für ein solches Absterben keinen Beweis liefern.

[2]) Zentral-Asien, Uebersetzung von Mahlmann, I. Bd., pag. 181.

[3]) Tektonik des Albursgebirges, Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1877, pag. 394 etc. Dort wurden Mitteilungen von Boué, Gaudry und Robert Shaw angeführt, welche verglichen werden können, ebenso wie gewisse Beobachtungen von Paul und mir in den galizischen Karpathen.

bogenförmig verlaufenden Ketten darzustellen, vorausgesetzt, daß in manchen dieser anderen Ketten nicht ebenfalls ähnliche, sagen wir, unregelmäßige Verhältnisse vorkommen. In einigen Fällen [1]) hat Suess allerdings auf derartige Umstände Rücksicht genommen; im allgemeinen jedoch kommt der bergmännische Kompaß bei den tektonischen Betrachtungen des Meisters nicht ganz zu seinem Rechte. Die großzügige Auffassung von den Leitlinien der Gebirge wird bisweilen etwas zu schematisch, denn den oft recht verwickelten Einzelheiten des Schichtenbaues kann man doch wohl nicht in jedem Falle eine bloß lokale Bedeutung zuerkennen.

Nur wer sich ohne Einschränkung auf den Boden der modernen Theorie von gewaltigen Ueberschiebungen stellt, mag folgerichtiger Weise ein gewisses Recht haben, jene Einzelheiten für unwesentlich zu halten, weil bei Schubmassen der ursprüngliche Charakter der Schichtenordnung vielfach gestört sein kann. Bei dieser Auffassung behielte die Lokal-Tektonik allerdings nur noch für die Beurteilung ganz lokaler Fragen einigen Wert.

Immerhin sei darauf aufmerksam gemacht, daß es sich bei solchen Beispielen, wie sie das eben erwähnte Albursgebirge bietet, schon um Lokalgeologie in größerem Stile handelt, denn die Entfernungen, bis auf welche hin sich die betreffenden Verhältnisse verfolgen lassen, sind groß.

In solchen Fällen muß mit der Verwendung von Leitlinien, sofern man eine solche Verwendung für unbedingt nötig erachtet, doch wohl sehr vorsichtig umgegangen werden.

Einer wenigstens ursprünglich in erster Linie geographischen Anschauung entspricht auch das von Suess in die geologische Literatur eingeführte Wort, bezüglich der Begriff Graben, wie er sich in der modernen Tektonik entwickelt hat.

Ich sage absichtlich nicht, wie er von Suess definiert wurde, denn eine solche Definition hat derselbe hier ebensowenig wie in anderen analogen Fällen gegeben, und es wird sich weiterhin überdies Gelegenheit finden zu zeigen, daß seine Vorstellungen über die Entstehung der Gräben keinem einheitlich geschlossenen Gedanken entsprechen. Das eine Mal glaubt er die Bildung dieser Vertiefungen durch Einsenkung, das andere Mal durch Zerrung und Zerreißung hervorgerufen, ohne daß uns erläutert worden wäre, wie diese beiden Vorgänge zusammenhängen.

Doch das tut im gegenwärtigen Augenblicke unserer Betrachtung nicht viel zur Sache. In jedem Falle darf man hier von einer ins Tektonische übersetzten geographischen Anschauung sprechen, denn das Wort „Graben", mit welchem die Sprache meist die Vorstellung einer von oben her durch die Entfernung von Material hergestellten länger ausgedehnten Vertiefung verbindet, während in dem Sinne, der sich in der geologischen Literatur dafür ausgebildet hat, diese längs-

[1]) Vgl. z. B. „Antlitz", III/2, pag. 513, wo gesagt wird, daß in Mazedonien Schicht- und Gebirgsstreichen nicht stets zusammenfallen.

gestreckte Vertiefung durch Einsinken nach unten entstand, ist nicht diesem tektonischen Gesichtspunkte, sondern dem landschaftlichen Bilde angepaßt, wie es sich entweder durch künstliche Erdaushebungen oder durch Erosionswirkungen ergibt, und dann durch geographische Karten ebenso vermittelt wird, wie irgend eine andere Vertiefung auf der Erdoberfläche.

Man braucht ja deshalb auch bisweilen das Wort Grabensenke oder Grabenversenkung, um die Vorstellung, welche bei dem Worte Graben sonst leicht erweckt wird, zu korrigieren [1]).

Ob übrigens in allen Fällen, in denen das Wort Graben in dem heute üblichen tektonischen Sinne angewendet wird, der betreffende Graben wirklich eine tektonische Erscheinung und nicht etwa doch eine von oben her ausgefurchte Hohlform ist, bleibt abzuwarten, insofern nicht allzu selten die Annahme, daß man es mit einer Grabensenke zu tun hat, tatsächlich mehr aus der Anschauung der in Betracht gezogenen Reliefformen, als aus geologischen Beobachtungen gezogen wird, wie sie notwendig wären, um einen sicheren Beweis für das Absinken eines langgestreckten, relativ schmalen Landstreifens inmitten eines von dieser Senkung verschonten Gebietes herzustellen. Solche Fälle, wie sie sich bei der Boskowitzer Furche oder bei dem Graben von Krzeszowice [2]) im Krakauer Gebiet darbieten, wo die genauere geologische Untersuchung jenen Beweis ermöglicht hat, sind vorläufig nicht allzu häufig. Namentlich für entlegene, schwer zu bereisende und wenig von eigentlichen Fachleuten besuchte Gegenden ist es schwer, einen solchen Nachweis zu erbringen, so lange man nur auf Reisebeschreibungen oder die von den Reisenden aufgenommenen Kartenskizzen angewiesen bleibt. Da wird die sozusagen intuitive, unter Umständen vielleicht durch Analogieschlüsse unterstützte Interpretation der topographischen Verhältnisse für die mangelnde genauere Kenntnis der in Betracht kommenden Lagerungsverhältnisse Ersatz bieten müssen.

Bei derartigen Gelegenheiten sind wir allerdings demjenigen dankbar, der begabt mit einem feinen Sinn für die Besonderheiten des Erdreliefs es versteht, die Aufmerksamkeit auf solche Besonderheiten zu lenken und die definitive Lösung des betreffenden Problems gleichsam vorahnend vorzudeuten und vorzubereiten.

Daß aber Suess jenen feinen Sinn in hervorragendem Maße besaß, wird niemand bestreiten dürfen. Beispielsweise haben das auch die soeben erwähnten Fälle bezüglich der Boskowitzer Furche und des Grabens von Krzeszowice gezeigt, deren Natur von ihm, im allgemeinen wenigstens, ziemlich richtig erkannt wurde, ehe die allerdings

[1]) Ich bitte mich hier nicht mißzuverstehen. Ich habe gegen den ferneren Gebrauch des bewußten Wortes, welches ich selbst schon angewendet habe, keine Einwendung zu machen. Ich wünsche in der Tat nur festzustellen, daß wir es auch in diesem Falle mit einer geographischen Anschauung von Suess zu tun haben.

[2]) Vgl. meine Arbeit über die geogn. Verhältnisse der Gegend von Krakau im Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1887, pag. 551 [129] und „Antlitz der Erde“, I. Bd., pag. 249.

dort schon vorliegenden geologischen Vorarbeiten durch genauere Studien ergänzt waren [1]).

So werden wir also auch die zur Zeit noch sehr unvollständigen geologischen Voraussetzungen und jedenfalls ganz vorwiegend auf die Betrachtung der Kartenbilder oder einiger geographischen Mitteilungen aufgebauten Ansichten über die afrikanischen Grabensenken als eine wichtige Bereicherung unserer Vorstellungen auffassen müssen.

Zu den Beweisen für jene Ansichten fehlt wohl noch manches, aber wir sind noch nicht zur Kenntnis von entgegen stehenden Beobachtungen gelangt, und sehr wahrscheinlich wird Suess hier in der Hauptsache Recht behalten. Ob man das Gleiche bezüglich gewisser Gräben in den Anden wird sagen dürfen, von denen später noch gesprochen werden soll, bleibt allerdings fraglich.

Immerhin schließt nämlich auch die genialste Inspiration Irrungen nicht aus, wie sich das an dem Beispiel der böhmischen Silur-Mulde zeigt, in welcher Suess [2]) eine breite und tektonisch verwickelte Grabensenkung vermutet hatte, welcher Ansicht jedoch neuerdings stark widersprochen wurde. Wenigstens hat Wähner [3]) in seiner wichtigen und sorgfältigen Abhandlung „zur Beurteilung des Baues der mittelböhmischen Faltengebirge", worin er für den symmetrischen Bau dieses alten Gebirges eintritt, gegen das Unhaltbare jener Anschauung eine Reihe von Beobachtungen ins Feld geführt.

Sinngemäß müßte man in diesem Abschnitt der heutigen Darstellung wohl auch Einiges über Gebirgsbögen sprechen. Zu den geographischen Anschauungen, welche für die geologischen Ansichten von Suess eine besondere Rolle spielen, gehört ja bekanntlich auch der Umstand, daß viele Gebirgsketten auf den Landkarten einen bogenförmigen Verlauf zeigen. Ausnahmen von dieser Erscheinung, wie sie die Pyrenäen und das cantabrische Gebirge bilden, sind ja in der Tat selten, und so wird es gerade im Sinne unseres großen Autors verständlich, daß derselbe diesem Verhalten eine große Bedeutung beimaß, insbesondere bezüglich der von ihm vertretenen Theorie von einem einseitigen tangentialen Schub. Nach diesen Bogenformen wird ja, oder wurde wenigstens ursprünglich auch die sogenannte Außen- oder Innenseite der Ketten bestimmt, worauf schon bei Besprechung der „Entstehung der Alpen" Bezug genommen werden durfte.

Insofern wir hier jedoch einen der für das Verständnis der Ausführungen des Meisters wichtigsten Punkte berühren, der nur im Zusammenhange mit anderen Grundanschauungen seiner Ausführungen erörtert werden kann, wollen wir das, was darüber zu sagen ist, einigen Teilen der späteren Darstellung vorbehalten.

---

[1]) Von der Meinungsverschiedenheit, die sich betreffs der angeblichen Beziehungen der Boskowitzer Furche zur Entstehung der Karpathen ergeben kann, wird hier ebenso abgesehen, wie von dem, was Suess über das Verhalten der sudetischen Scholle zur böhmischen Masse gesagt hat. (Vgl. übriges dazu pag. [69]—[75] der gegenwärtigen Schrift.)

[2]) „Antlitz", I. Bd. 1885, pag. 168.

[3]) Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. für 1915, Wien 1916.

Solche Begriffe wie Scharung, Kettung und Virgation knüpfen ebenfalls an geographische Anschauungen an. Sie hängen mit den Vorstellungen über die Gebirgsbögen zusammen, brauchen also an dieser Stelle nicht besonders besprochen zu werden, sondern werden, soweit dies nötig sein sollte, bei der Diskussion der Bögen hervorzuheben sein.

Auf geographischer Basis ist endlich auch der Begriff der Vortiefen entstanden, denen im Laufe der weiteren Darstellung noch ein besonderer kurzer Abschnitt gewidmet werden soll.

Der für diese Darstellung notwendigen Beleuchtung von Einzelheiten müssen wir aber zunächst einige andere Erörterungen allgemeinerer Art vorausschicken.

Die Schrumpfungstheorie und deren Modifikation durch die Lehre vom einseitigen Schub.

Suess war ein Anhänger der Schrumpfungstheorie, welche die Mehrzahl der Dislokationen mit der Verkleinerung des Erdvolumens in Verbindung bringt. Diese von Mallet, Dana und anderen vertretene Theorie ist bekanntlich nicht neu, und Suess selbst hat in seinem Aufsatz über die Zerlegung der gebirgsbildenden Kraft[1]) betont, daß E. de Beaumont bereits im Jahre 1829 versuchte, die Bildung der Gebirge mit einer Kontraktion des Erdkörpers in Verbindung zu bringen, so wie er überdies bei derselben Gelegenheit die verdienstlichen Bemühungen Schimpers und des Baron Dücker um diese Theorie hervorhob[2]).

Es sind gegen die absolute Gültigkeit der letzteren bekanntlich einige Einwände gemacht worden und unter anderen hat zum Beispiel Supan darauf hingewiesen, daß die auf Schrumpfung zurückgeführte Faltenbildung der Erdrinde doch vorzugsweise nur während gewisser Perioden statthatte, während man sich die Kontraktion durch Wärmeverluste des Erdinnern doch als einen kontinuierlichen Vorgang denken müsse[3]). Auch hat Reyer[4]) außer diesem Argument noch eine Reihe anderer Bedenken gegen jene Theorie vorgebracht, welcher er in gewissem Sinne seine Hypothese von der Gleitfaltung[5]) gegenüberstellte. Insbesondere wies derselbe darauf hin, daß man ja doch für eine Reihe von Fällen die Existenz klaffender Spalten voraussetzen müsse, was sich mit der Kontraktionstheorie nicht vertrage. Auch müßte man, wenn letztere richtig wäre, in horizontalen Schichten-

---

[1]) Mitteil. d. k. k. geol. Ges. in Wien, VI. Bd. 1913, pag. 13.

[2]) Vgl. über den hier von Suess's gegebenen Hinweis, daß Schimper infolge „warmblütiger" Vertretung seiner Auffassung mit L. v. Buch in Konflikt geriet und dabei in seiner bürgerlichen Existenz Schaden litt, die bereits auf pag. [57] der gegenwärtigen Darstellung gemachte Andeutung.

[3]) Grundzüge der physischen Erkunde, 4. Aufl., pag. 627.

[4]) Geologische Prinzipienfragen, Leipzig 1907, pag. 140 etc.

[5]) Gegen die teilweise Anwendbarkeit dieser die Gravitation als Ursache von Verschiebung und Faltung annehmenden Hypothese hat sich schließlich auch Suess nicht ausgesprochen (vgl. „Antlitz", Bd. III/2, pag. 605 u. 613).

systemen Faltungen mit senkrechten Achsen antreffen. Erinnern wir uns unter anderem noch daran, daß Franz v. Hauer speziell in einem dem ersten Bande des „Antlitz" gewidmeten Referat[1]) darauf aufmerksam gemacht hat, daß man keineswegs alles, was wir an Störungen sehen, mit der Kontraktionstheorie in Beziehung bringen dürfe, da es jedenfalls verschiedene Ursachen für Dislokationen gebe, wie die Volumsveränderung infolge der Erstarrung geschmolzener Massen sowie infolge chemischer Prozesse oder wie die Wirkungen des Drucks mächtiger, zum Absatz gelangender Schichtmassen auf ihre Unterlage, Umstände, die gerade Suess ziemlich unbeachtet gelassen habe.

Indessen ist man doch vielerseits darüber einig, daß die meisten Erscheinungen bei der Gebirgsbildung durch die Schrumpfungstheorie noch immer am besten erklärt werden, wie das beispielsweise Brückner[2]) (der allerdings eine ergänzende Inanspruchnahme von Duttons Gleichgewichts- oder isostatischer Theorie befürwortet) klar ausgesprochen hat. Berücksichtigt man ferner, daß selbst Reyer[3]) sagt: „Trotz der Einwendungen wird der Kern der Kontraktionshypothese anerkannt werden müssen", so läge kein Grund vor, die Stellungnahme von Suess zu Gunsten dieser Theorie ausführlicher zu besprechen, wenn derselbe nicht der letzteren ein besonderes Gepräge hätte aufdrücken wollen.

Bieses Bestreben hat zwar, wie wir alle schon ohne Scheu sagen dürfen, und wie das auch bereits von verschiedenen Seiten ausgesprochen wurde, zu großen Irrungen geführt, aber es hat auch (und das zu betonen wollen wir nicht unterlassen) das Verständnis für die mit der Schrumpfungstheorie zusammenhängenden Probleme vertiefen helfen. Eine Gegend, in der man sich einige Male auf Seitenwegen verlaufen hat, kennt man ja hinterher oft viel besser, als wenn man sich mit der Benützung der gebahnten Hauptwege begnügt hätte.

Daß die Schrumpfungsvorgänge für die Erdrinde mit mehr oder weniger horizontalen, bezüglieh tangentialen Druckwirkungen verbunden sind, galt im Sinne dieser Theorie als selbstverständlich. Die von Suess vertretene Modifikation der letzteren besteht aber, wie bekannt, vornehmlich in der Annahme, daß die Richtung jenes Druckes eine einseitige ist, und in der weiteren Annahme, daß auch die durch den einseitigen Druck erzeugten Gebirge selbst stets einen einseitigen Bau haben mußten, auch wenn, wie dies bei den Alpen der Fall war, solche Gebirge bis dahin als Muster symmetrisch angelegter Ketten gegolten hatten.

Nach älteren Anschauungen wäre bei der Erhebung von Gebirgen, die eine mittlere, aus krystallinen Gesteinen bestehende Achse besitzen, jene Erhebung von der letzteren ausgegangen und damit wäre ein Druck nach den Gegenden beiderseits dieser Achse erfolgt, der die Aufrichtung der seitlichen Nebenketten zur Folge hatte. Da

---

[1]) Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1883, pag. 181.
[2]) Die feste Erdrinde und ihre Formen, Wien 1897, pag. 171—173.
[3]) Prinzipienfragen, l. c. pag. 191.

nun Suess, und zwar wie wir heute wohl sagen dürfen, mit Recht eine solche aktive Rolle der Zentralzonen leugnete, so sträubte er sich auch gegen einen zweiseitigen Druck bei der Aufrichtung der betreffenden Ketten. Er übersah jedoch dabei einen nicht unwesentlichen Umstand, worauf ich bereits im Jahre 1886 gelegentlich eines Referats über den ersten Band von Neumayrs Erdgeschichte aufmerksam zu machen mir erlaubte[1]).

Es kann doch, wie ich hervorhob, wenigstens im Prinzip nicht in Abrede gestellt werden, daß „ein von zwei Seiten durch zwei relativ feste Erdrindenschollen zusammengepreßtes Gebiet geringerer Widerstandsfähigkeit gewiß ebenfalls sich in Falten legen und über das Niveau der Schollen heraufgedrückt werden müßte. Man braucht also, wenn dies zugestanden wird, bei einem zweiseitigen Druck nicht sogleich an einen von der ungefähren Mitte des (durch die aktiv wirkende Erhebung einer Zentralkette) zusammengepreßten Gebiets ausgehenden Druck zu denken."

Immerhin kann man sich, nebenbei bemerkt, vorstellen, daß die Region einer solchen Zentralkette früher als die der Seitenketten gefaltet wurde, ohne daß deshalb die Ursache der Faltung in dieser Region selbst gesucht werden müßte.

Jener Einwand aber, der übrigens auf einer schon damals keineswegs neuen, weil sehr natürlichen und sich von selbst aufdrängenden Ansicht beruhte, ist auch noch später gegenüber Suess wiederholt worden, wobei ich nur an die betreffenden Ausführungen F. Löwls in dessen Geologie[2]) zu erinnern brauche. Diese Ausführungen schließen mit den Worten: „Läßt man die unhaltbare und obendrein ganz überflüssige Hypothese des einseitigen Schubes fallen, so erscheinen die Kettengebirge im Lichte der alten einfachen und vollkommen zutreffenden Auffassung Beaumonts als nachgiebige Rindenstreifen, die durch die Stauung der äußeren Erdkugelschale zwischen weniger nachgiebigen Schollen wie in einem Schraubstocke zusammengedrückt, verbogen und aufgestaut wurden."

Auch Stille hat dieses Gleichnis Beaumonts zutreffend gefunden und scheint wenigstens für die deutschen Gebirge die Vorstellungen, welche Suess über das in Rede stehende Problem geäußert hat, ablehnen zu wollen[3]).

Insofern die Annahme eines einseitigen Schubs durch die Bogenform vieler Ketten unterstützt zu werden schien, mag gleich an dieser Stelle auf die Einwürfe hingewiesen werden, welche Löwl (l. c. pag. 171—172) gegen die Zulässigkeit einer solchen Auffassung gemacht hat. Unter diesen Einwürfen wollen wir hier als einen der anschaulichsten die Besprechung des bogenförmig gekrümmten Juragebirges herausgreifen. Löwl schreibt: „Wenn der Jurabogen, der längs dem konvexen Rande 380 *km* mißt, durch einseitigen Schub aus der 290 *km* langen Sehne Chambéry-Lagern hervorgegangen wäre,

---

[1]) Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1886, pag. 357. Vgl. dazu Bittner, Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1887, pag. 412, die Anmerkung.

[2]) Leipzig und Wien 1906, pag. 171—173.

[3]) Tektonische Evolutionen der Erdrinde, Leipzig 1913, pag. 25.

hätte der Jura im Streichen eine Zerrung in dem unmöglichen Verhältnisse von 3 : 4 erleiden müssen. In Wirklichkeit bezeugen die Juraketten durch ihre Mäander eine streichende Stauung und nicht eine Zerrung. Scharf gekrümmte Gebirgsbögen, wie der der Karpathen, liefern noch schlagendere Beispiele."

In der Tat konnte in meinen Arbeiten über Galizien auf solche Knickungen und Zerknitterungen des Gebirgs- und Schichtenstreichens in den Karpathen mehrfach hingewiesen und dargetan werden, daß sich dieselben sogar in der letzten Außenzone des Gebirges (wie zum Beispiel in der Gegend von Wieliczka) deutlich bemerkbar machen [1]). Aehnliches konnte ich auch für das persische Alburs-gebirge feststellen.

Zieht man aus solchen Tatsachen die notwendige Folgerung, so muß die Bogenform der Gebirge, statt eine Stütze für die Hypothese vom einseitigen Schub abzugeben, im Gegenteil zu den Beweisen gegen diese Hypothese gerechnet werden. „Der Grund der Bogenform" aber kann jeweilig, wie Löwl weiter sagt, „nur in den ursprünglichen Grenzen der nachgiebigen, zur Faltung neigenden Rindenstücke liegen".

Weshalb diese Rindenstücke gekrümmt sind, ist freilich mit dem Gesagten noch nicht erläutert und eine Frage für sich. Aber auf keinen Fall geht es an, den einseitigen Schub durch die Bögen und die Bögen wieder durch jenen Schub zu erklären.

Nur nebenbei wollen wir uns hier noch daran erinnern, daß Suess gewisse Ausnahmen von Gebirgen zugestanden hat, die nicht einseitig gebaut sind und für welche er demzufolge auch keinen einseitigen Schub annehmen kann. Jedenfalls lassen die von ihm so genannten Caledoniden in Schottland deutlich einen Zusammenschub von zwei Seiten her erkennen und Aehnliches ist auch für das alte

---

[1]) Vgl. z B. Studien in der Sandsteinzone, Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1877, pag. 17, und Geogn. Verhält. d. Gegend von Krakau, Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1887, pag. 716, wo der rasche Wechsel des Streichens der betreffenden Knickungen bei sich im ganzen gleich bleibendem Streichen der betreffenden Gesteinszone beschrieben wird, und Tektonik des Albursgebirges, Jahrb. d. k. k geol. R.-A. 1877, pag. 404 und 405, wo die in dem horizontalen Durchschnitt der Gebirgsmasse sich darbietenden mäandrisch gekrümmten Schlingen der Schichten bei Haimadscha, sowie die ähnlichen Verhältnisse bei Iro und die wellenförmigen Biegungen der Kette bei Amideh erwähnt werden. Auf diese Verhältnisse bin ich dann auch bei der Beschreibung des Vulkans Demavend zurückgekommen (Jahrb. d. k. k. geol. R-A. 1878, pag. 190—191) und habe dieselben schon damals durch einen zur Längsachse des Gebirges senkrechten Seitendruck zu erklären gesucht.

Auch in den Alpen hat man bekanntlich seit einiger Zeit die Beobachtung gemacht, daß gewisse Verhältnisse auf einen Druck hinweisen, der senkrecht oder schräg zur Längsachse des Gebirges wirksam gewesen ist. Man erinnere sich hier an die von Rothpletz gemachten Wahrnehmungen über die rhätische Schubmasse oder an die Mitteilungen von Hammer, Ampferer, Spitz und Dyhrenfurth über die sogenannten rhätischen Bögen. Die betreffenden Erscheinungen bieten allerdings kein vollständiges Analogon zu den oben erwähnten Knickungen und Biegungen des Streichens, namentlich weil es sich dabei zunächst anscheinend nur um einen einseitig von Osten kommenden Druck handelt und überdies bei den bewußten rhätischen Bögen um einen größeren Maßstab für die Biegungen als in den vorher bezeichneten Fällen. Indessen verdienen solche besondere Erscheinungen doch, daß man sie im Auge behält, wenn die Frage von Zerknitterungen und Biegungen des Streichens als Folge einer seitlichen Zusammenpressung zur Diskussion kommt.

Gebirge Skandinaviens nachgewiesen und anerkannt worden. Ein im Großen bezüglich der Schichtstellung fächerförmiger Bau scheint das natürliche Ergebnis eines solchen Zusammenschubs zu sein, ähnlich wie bei den Alpen, wo man allerdings durch die später noch zu erwähnende Theorie von der Rückfaltung die Lehre von der Einseitigkeit aufrecht zu erhalten sich bemüht hat.

Es ist eigentlich merkwürdig, daß jene alte Idee Beaumonts, die Suess ja ganz gut kannte [1]), auf diesen nicht mehr Eindruck gemacht hat. Aber noch im Schlußbande des „Antlitz" [2]) betont er, daß sich seine Anschauung dazu im „Gegensatz" befinde. Die Bogenform, die so viele Ketten auszeichnet, sagt Löwl (l. c.) sowie der Umstand, daß die Falten vorzugsweise gegen den konvexen Rand der Gebirgsketten überkippt und überschoben sind, führten ihn eben zu seiner Hypothese, die „jahrzehntelang die Lehre von der Gebirgsbildung beherrschte".

Wenn man übrigens berücksichtigt, was Suess ebenfalls im letzten Antlitzbande über die „Rahmenfaltung" gesagt hat [3]), so kommt man zu der Vorstellung, daß unser Autor wenigstens in dem größeren Maßstabe einer ganzen gefalteten Region die Faltung zwischen festeren älteren Schollen als einen natürlichen Vorgang angesehen hat, wenn er auch für die Entstehung der einzelnen zu einer solchen Region gehörigen Ketten die betreffende Annahme ablehnte.

Die gebirgsbildende Kraft.

Franz v. Hauer hat es einmal leise angedeutet [4]) und Löwl hat es dann unumwunden ausgesprochen [5]), daß die Meinungen von Suess bisweilen mit den Gesetzen der Physik nicht zum besten harmonieren. Nun, Suess ist vielleicht nicht der einzige Geologe, dem man in dieser Hinsicht gewisse Ausstellungen zu machen hat.

---

[1]) Vgl. Enstehung der Alpen, pag. 3.

[2]) Bd. III/2, pag. 717.

[3]) Vgl. die betreffenden Bemerkungen im Bd. III/2, pag. 7, 335, 720; sowie Bd. II, pag. 153 u. Bd. III, pag. 496, die allerdings ziemlich knapp sind, sowie den dazu gegebenen Kommentar von Uhlig in dessen früher schon genannter Besprechung in der „Oesterr. Rundschau" 1909, pag. 108 u. 109. Es heißt hier, daß in Europa die Faltung auf die gesunkenen Partien zwischen den alten Horstgebirgen beschränkt sei und daß die mit den Alpen zusammenhängenden Alpiden einer solchen Rahmenfaltung angehören, was klar geworden sei, nachdem es gelang, die paläozoisch gefalteten Altaiden im Atlas und der Sahara nachzuweisen „und so den allbekannten Rahmen der Alpiden im Norden durch ein entsprechendes Gegenstück im Süden zu ergänzen". Der Verlauf der Alpiden wird „von diesem früh erstarrten Rahmen" als abhängig betrachtet.

[4]) Vgl. oben pag. [82] dieser Abhandlung.

[5]) Geologie l. c. pag. 173. Dieser Autor meint, die Lehre vom einseitigen Schub hätte von vornherein abgelehnt werden sollen, „da sie den Anfangsgründen der Mechanik zuwiderläuft".

Wir müssen hier allerdings berücksichtigen, daß die Umstände unserem alten Meister es nicht ermöglichten, in seiner Jugend eine völlig regelmäßige Vorbildung zu erhalten. (Vgl. die gegenwärtige Darstellung pag. [4] unten und pag. [5].) Tout comprendre c'est tout pardonner.

Die Fragen, die mit der Kontraktionstheorie zusammenhängen, können jedoch nicht mit Vernachlässigung gewisser physikalischer Begriffe behandelt werden.

Das beweist in dem gegebenen Falle vor allem die eigenartige, aber leider nicht leicht faßbare und überdies sich nicht gleichbleibende Vorstellung, die Suess von der gebirgsbildenden Kraft hatte, die er sich wahrscheinlich von einer der Richtung des einseitigen Schubes ungefähr entgegengesetzten Seite wirkend dachte [1]). Offenbar wurde weiter angenommen, daß der Vorstoß dieser Kraft nicht gleichmäßig, sondern gegen die Mitte der durch ihn hervorzubringenden Bogenkrümmung erfolgte, wobei die Flanken des Bogens rechts und links in weniger vorgeschobener Stellung zurückgelassen wurden und wodurch die Bogengestalt hervorgerufen werden mußte. Der Vorgang hätte sich also bei der Entstehung der Gebirgsbögen etwa so abgespielt, wie wenn jemand mit einem Finger schräg von oben gegen ein faltbares Tuch stößt, wobei keine geradlinige, sondern eine in der Richtung des Stoßes nach vorn gebogene Falte entstehen wird und wobei der dem Finger genäherte Teil des zu faltenden Stoffes sich auch nach derselben Richtung (d. h. nach der konvexen Seite) vorwärts bewegen wird.

Der Finger spielt hier in dem Gleichnis allerdings für die Faltung die Rolle eines deus ex machina und wir wollen deshalb nicht ohne weiters behaupten, daß dieses Gleichnis ganz zutrifft. Wir werden übrigens bald sehen, daß man sich in der Tat die Vorstellungsweise von Suess in ähnlicher Art zu deuten versucht hat.

Der Schub selbst wurde als horizontaler, bezüglich tangentialer gedacht.

Soweit wäre die betreffende Vorstellung noch immer ziemlich einfach und in gewissem Sinne auch anscheinend annehmbar.

Die gebirgsbildende Kraft selbst wirkt aber, wie sogleich gezeigt werden soll, nach Suess gar nicht direkt in dieser horizontalen Richtung und gerade deshalb ist es nicht ganz leicht, sich die Rolle dieser Kraft im Sinne der besprochenen Theorie zurecht zu legen. Diese Schwierigkeit ist auch nach der letzten Publikation des Meisters über die Zerlegung der gebirgsbildenden Kraft nicht ganz behoben worden, obschon diese Publikation wahrscheinlich den Zweck verfolgte, in dieser Frage aufklärend zu wirken und gewisse Bedenken gegen jene Theorie zu zerstreuen, sei es nun, daß dem Autor diese Bedenken von selbst kamen oder von anderer Seite nahe gelegt wurden.

Vergleichen wir nun die verschiedenen Aeußerungen unseres Autors über diesen Punkt: Im ersten Bande des „Antlitz" (1883, pag. 143) wurde gesagt, daß die aus der Volumsverringerung unseres Planeten hervorgehenden Spannungen, denen die verschiedenen das Antlitz der Erde beherrschenden Dislokationen ihr Entstehen verdanken, das Bestreben zeigen, sich in tangentiale (das ist schiebende und faltende) und in vertikale (senkende) Bewegungen zu zerlegen. In der zuletzt erwähnten Arbeit über die Zerlegung der gebirgsbildenden Kraft

[1]) Ueber die Möglichkeit einer für den Effekt der betreffenden Kraft gleichwertigen Variante dieser Vorstellung siehe etwas weiter unten.

wird [1]) unter direkter Bezugnahme auf jene Stelle folgendes ausgesprochen: „Zu der radialen Kraft fügt sich der Einfluß der Schwere, und aus dieser Vereinigung geht der bezeichnende Zug in diesem Antlitz hervor, nämlich die Lage und die Tiefe der Ozeane“, die, wie hier von dem Autor ausdrücklich bemerkt wird, als „Senkungsfelder“ zu betrachten seien. Eine Seite später (l. c. pag. 19) heißt es: „Die Tiefe der Ozeane im mittleren Ausmaß von etwa 4000 *m* (ohne die Vortiefen [2]) ist daher ein Erzeugnis der radialen Kontraktion, vermehrt durch die Schwere.“

Man ersieht hieraus, daß die radiale Komponente der gebirgsbildenden Kraft nicht etwa die Schwere selbst ist, sondern die Kontraktion. Letztere ist jedoch auch nicht die gebirgsbildende Kraft selbst, sondern eben nur eine Komponente derselben, wie für das Verständnis des Folgenden festzuhalten ist.

Jedenfalls müßte nach den letzterwähnten Aeußerungen von Suess die fragliche Kraft ursprünglich in einer Richtung wirken, welche in der Diagonale des durch die radiale und die horizontale Richtung bezeichneten Kräfteparallelogramms gelegen ist, eines Parallelogramms, welches man sich selbstverständlich als Rechteck vorstellen muß, insofern die beiden Komponenten nicht gleichwertig zu sein brauchen. Außerdem ist festzustellen, daß, insofern es für jeden Punkt der Oberfläche der Erdkugel unzählige Tangenten gibt, die Stellung jener Diagonale wenigstens a priori und rein theoretisch gesprochen unbestimmt bliebe, was natürlich auch für die Richtung des tangentialen Schubs gelten müßte, wenn nicht besondere Bedingungen angegeben werden, welche die Stellung jener Diagonale besser präzisieren.

Wie sich nun aber Suess unter diesen in seinem Sinne notwendigen Voraussetzungen das Wesen jener sich zerlegenden und sowohl für die Entstehung als für die Richtung der sich bildenden Gebirge maßgebenden Kraft vorgestellt hat, geht aus seinen verschiedenen Aeußerungen nicht deutlich genug hervor. Deshalb vermissen wir nicht bloß die Erklärung, aus welcher Ursache jeweils eine jener unzähligen Tangenten von dem Gebirgsschub bevorzugt wurde, sondern es bleibt im Sinne der Darstellung von Suess auch die Ursache des tangentialen Schubs selbst und somit die Grundlage der ganzen Theorie seinen Lesern unklar, wenigstens soweit hier seine wichtigeren und direkt den tektonischen Erörterungen gewidmeten Veröffentlichungen in Betracht kommen.

Nur in einer seiner kleineren und gleichsam seitwärts von seiner Haupttätigkeit entstandenen Schriften finden wir eine auf den vorliegenden Fall bezügliche Bemerkung. Diese Schrift ist 1879, also nach der „Entstehung der Alpen“ und vor dem ersten Bande des „Antlitz“ veröffentlicht worden und handelt über die Heilquellen Böhmens. Hier sagt Suess, er könne sich die Entstehung eines großen Gebirges nicht besser vergegenwärtigen, als wenn er sich vor-

[1]) Mitt. d. geol. Ges. in Wien 1913, pag. 18.

[2]) Ueber diese Vortiefen soll bei späterer Gelegenheit noch Einiges gesagt werden.

stelle, seine Hand würde durch eine Verletzung aufgeschürft, dabei die Haut auf einer Seite in Falten zusammengeschoben, auf der anderen Seite zerreiße sie, und es dringe etwas Blut hervor. „So sehen wir“, fährt er fort, „ein großes Gebirge immer nach einer Seite zusammengeschoben, in große Falten gelegt und auf der anderen Seite zerreißen sie und wo sie aufgerissen sind, da treten aus dem Innern der Erde Vulkane hervor.“

„Dieses Bild“, schrieb Löwl in seiner Geologie [1]), „ist insofern sehr gut gewählt, als man auf den ersten Blick erkennt, daß der Ursprung des einseitigen Schubes ebensowenig in der Erdrinde wie der Anlaß zum Hautschurf in der Haut liegen kann. Nur ein Anstoß ex coelo vermöchte die zum Vorschub der konvexen und zur Zerrung der konkaven Seite erforderlichen Spannungsunterschiede herbeizuführen.“

Man sieht hier, wohin die Unklarheit, in welcher das Wesen des einseitigen Schubes gelassen wurde, die Interpreten der betreffenden Ansicht führen mußte, und man darf sich nicht wundern, daß bald darauf noch ein anderer Forscher, Professor Supan, sich dem in jener kritischen Bemerkung ausgedrückten — etwas boshaften — Gedanken anschloß [2]).

Sachlich absolut berechtigt wäre diese Kritik allerdings nur dann gewesen, wenn sich Suess tatsächlich, so wie das in dem von ihm gewählten und deshalb eben nicht sehr glücklichen Gleichnis geschah, die gebirgsbildende Kraft als aus der Luft oder dem Himmel, das heißt von außerhalb des festen Erdballs kommend vorgestellt hätte. Da er jedoch die Kontraktion der Erde infolge Wärmeverlustes als erste Ursache der Gebirgsbildung ansah und dies (wenn auch — wie sogleich gezeigt werden soll — in einer von seiner späteren Auffassung abweichenden Form) bereits in der „Entstehung der Alpen“ ausgesprochen hatte, so könnte man immerhin glauben, er habe an einen in der Richtung der oben erwähnten Diagonale des Kräfteparallelogramms wirksamen, vom Erdinnern kommenden Zug gedacht. Ein solcher Zug hätte ja mechanisch dieselbe Bedeutung, wie ein von der entgegengesetzten Seite, aus dem Himmel, aber in der Richtung derselben Diagonale erfolgender Stoß oder Druck. Ein Karren, der von der einen Seite gezogen wird, kann ja nach derselben Richtung laufen, wie ein solcher, der von der anderrn Seite geschoben wird. So wenigstens möchte man die betreffende Vorstellung auslegen, um nicht annehmen zu müssen, daß wir hier einem merkwürdigen Mißverständnis von seiten des großen Autors in einer für seine Darstellungen fundamentalen Frage begegnet sind, wobei wir von der früher erwähnten Schwierigkeit bezüglich der durch die tangentiale Komponente zu bestimmenden, aber im Dunklen gelassenen Stellung jenes Parallelogramms für diesen Fall ganz absehen. Leider hat aber Suess soviel von einseitigem Druck und

[1]) Leipzig und Wien bei Deuticke 1906, pag. 173.

[2]) Vgl. Physische Erdkunde. Leipzig 1908, 4. Auflage, pag. 626. Man kann hier vergleichen, was einige Zeilen weiter oben über das Gleichnis von dem auf ein zu faltendes Tuch drückenden Finger gesagt wurde.

einseitigem Schub gesprochen, daß die Gangbarkeit des hier angedeuteten Auswegs nicht ganz sicher erscheint,

Darin liegt aber für uns nicht der einzige Stein des Anstoßes. Jedenfalls treffen wir sofort auf eine andere Schwierigkeit, wenn wir die verschiedenen anderweitigen Auslassungen des Autors über das Wesen seines tangentialen Schubs zusammenreimen wollen.

Wir sahen, daß Suess im „Antlitz" wie in der Schrift über die Zerlegung der gebirgsbildenden Kraft die radiale Komponente seiner gebirgsbildenden Kraft als mit der Kontraktion zusammenfallend angesehen hat. Als er die „Entstehung der Alpen" schrieb, hat er sich aber das Wesen der Kontraktion anders vorgestellt. Zunächst nahm er an, was hier allerdings weniger ins Gewicht fällt, daß dieselbe eine ungleichförmige[1]) sei (l. c. pag. 146). Dabei aber hielt er sie für eine in horizontaler Richtung wirkende und fand nur fraglich, in welcher Tiefe diese Wirkung stattfinde. Er meinte übrigens, solche horizontale Bewegungen könnten in verschiedenen Tiefen Platz greifen (vgl. l. c. pag. 152 und 153). Den Einfluß aber einer etwaigen radialen Kontraktion des Erdkörpers vermochte er damals nicht zu erkennen (l. c. pag. 155)! Das ist (vgl. oben) das direkte Gegenteil der später von dem Autor vertretenen Anschauungsweise, und es ergibt sich überdies, daß derselbe zu jener Zeit die tangentiale Komponente seiner gebirgsbildenden Kraft im wesentlichen als mit der letzteren identisch aufgefaßt hat.

Würde Suess diese letztgenannte Auffassung festgehalten haben, dann hätte er sich später alles, was er über die Zerlegung der gebirgsbildenden Kraft und deren Komponenten sagte, ersparen können. Wenigstens eine Kollision mit den sonst geläufigen Auffassungen über das Kräfteparallelogramm wäre dabei vermieden worden. Selbstverständlich ist jedoch hiermit nicht gesagt, daß er dann mehr im Recht geblieben wäre als bei seinen späteren Auslassungen.

Auffällig bleibt nämlich die ursprüngliche Ablehnung der Annahme einer radialen Kontraktion immerhin, insofern doch die Schrumpfungstheorie, da sie mit der Vorstellung von einer Verkürzung des Erdradius zusammenhängt, geradezu nach dieser radialen Kontraktion zu verlangen scheint.

Aber noch sonderbarer ist der Anblick einer Theorie, welche dieselbe bleibt, trotzdem ihre Grundlagen in so merkwürdiger Weise gewechselt werden, wie das bei der Hypothese vom einseitigen tangentialen Schub der Fall gewesen ist.

Es darf übrigens gesagt werden, daß sich Suess[2]) die ersten Wirkungen der horizontalen Kontraktion, wie er sie noch 1875 befürwortete, in der Hervorbringung von Rissen gedacht hat, wie sie etwa beim Erzgebirge oder beim Balkan vorgekommen sein sollen. Wenn in einigen Fällen sich zuerst eine Hauptfalte bildete, so trat

[1]) Diese Annahme hängt vielleicht mit den in der gegenwärtigen Darstellung mehrfach erwähnten Vorstellungen unseres Autors über ruckweise Vorgänge in der Erdgeschichte zusammen.

[2]) „Entstehung der Alpen", pag. 146—147.

dort doch bald „in der Linie der größten Spannung“ ein Riß auf. Die weitere Gebirgsbildung kam dann hinzu. Auch im Schlußbande des „Antlitz“, wo er über die Kontraktion schon andere Ansichten gewonnen hatte, spricht er noch viel von Disjunktion und dergleichen, obschon Risse mit der vom tangentialen Schub vorausgesetzten Kompression in einem gewissen Gegensatz stehen, was, wie wir vorher sahen, zu den Einwänden Reyers gegen die Kontraktionshypothese gehörte und worauf wir sogleich zurückkommen.

Wenn wir uns aber zunächst noch ein wenig mit den Ansichten des Autors beschäftigen wollen, welche derselbe schließlich unter der Voraussetzung einer in radialer Richtung wirkenden Kontraktion entwickelte, so fällt vor allem auf, daß Suess eine Zeitlang jene radiale Komponente der gebirgsbildenden Kraft, welche er sich, wie wir sahen, im Verein mit der Schwere wirkend, aber nicht als mit dieser identisch vorstellte, wohl nicht als eine sehr maßgebende gedacht haben kann. Der Meister hat soviel von Senkungsfeldern gesprochen, denen er auch die Ozeane zuzählte, daß man daraus die große Rolle erkennt, die er gerade der Schwere zuwies oder doch folgerichtiger Weise von diesem Standpunkt aus zuweisen mußte, was wenigstens für eine längere Phase im Entwicklungsgange seiner Anschauungen gilt.

„Der Erdball sinkt ein, das Meer folgt“, schrieb er[1]) ausdrücklich, als er das früher bereits erwähnte Problem der keilförmigen Umrisse von Afrika, Ostindien und Grönland im zweiten Bande des „Antlitz“ wieder berührte (l. c. pag. 680). Gegen das Ende des ersten Bandes liest man indessen auch schon (l. c. pag. 777), daß „Senkung oder Einsturz“ allenthalben „ihre Spuren zurückgelassen“ haben. „Bald erzeugt sie (die Senkung nämlich) große Gräben in den Tafeln, bald Tafelsenkungen an peripherischen Linien, bald kesselförmigen Einbruch am Innenrande von gefalteten Gebirgen, bald Absinken von Faltengebirgen an streichenden oder querliegenden Brüchen“ und eine Seite weiter (l. c. 778) schließt dieser Band mit dem wohl jedem Geologen bekannt gewordenen Satze: „Der Zusammenbruch des Erdballs ist es, dem wir beiwohnen.“

Einsinken, Einsturz und Zusammenbruch sind jedenfalls nicht identisch mit Kontraktion. Nach unseren gewöhnlichen Vorstellungen setzt der Einsturz eines Gewölbes, einer Decke oder ein dem ähnlicher Vorfall die Schwere als Ursache voraus, so wie andrerseits einen Hohlraum[2]), nach welchem hin der Zusammenbruch gerichtet ist. Die Kontraktion des Erdinnern (oder die radiale Komponente der gebirgsbildenden Kraft) könnte also bei einem derartigen Vorfall höchstens mittelbar beteiligt sein, indem sie vielleicht zwischen der äußeren Erdrinde und dem darunter befindlichen Großteil des Erdinnern Hohlräume schafft, in welche schließlich ein Einsturz von Rindenteilen erfolgen kann. So ungefähr scheint sich auch in der Tat Suess die Sache vorgestellt zu haben, oder vielmehr so müßte er sie sich vorgestellt haben, wenn er einen gewissen Zusammenhang seiner An-

[1]) „Antlitz der Erde“, II. Bd., pag. 680.

[2]) Vgl. hier auch Lapparent, Sur les mouvements de l'écorce terrestre, Paris 1887, Bull. de la soc. géol. pag. 237, Zeile 12.

sichten aufrecht erhalten wollte. Wenigstens können wir den Widerspruch in seiner Darstellung nicht anders auflösen.

Dieser Widerspruch ist übrigens von ihm selbst nicht ganz unbemerkt geblieben und er hat demgemäß auch versucht, die Möglichkeit jener vorausgesetzten Einstürze zu begründen.

Er spricht[1]) nämlich gelegentlich der Erörterung der Verhältnisse gewisser lakkolithischer Vorkommnisse von der Bildung von Hohlräumen, die zu deren Erklärung nötig seien. Daran anknüpfend meint er, daß bei den tangentialen Bewegungen der Erdrinde manchmal ein „Abheben" einzelner Teile, namentlich bei ungleichmäßiger Stauung nicht selten vorgekommen sein mag. Dabei mögen sich „sehr große, mehr oder minder linsenförmige Hohlräume gebildet haben". Nachdem er auf diese Weise die Existenz von Hohlräumen wahrscheinlich zu machen gesucht hat, schreibt er[2]), daß die Dislokationen der Erde zwar ein Bestreben zur Zerlegung der Spannungen in tangentiale und radiale Spannungen erkennen lassen, daß jedoch „direkte Folgen der radialen Spannung, gleichsam ein aktives Hinabziehen gegen den Mittelpunkt der Erde kaum nachweisbar seien", wohl aber ein häufiges passives Hinabsinken großer Schollen. „Dieses passive Hinabsinken (so heißt es weiter) setzt auch große Hohlräume voraus."

Wir wollen hier nur im Vorübergehen daran erinnern, daß ein „aktives Hinabziehen" gegen den Mittelpunkt (um nicht zu sagen Schwerpunkt) des Erdballs nach Suess selbst (vgl. oben) wenigstens teilweise die Aeußerung der Schwere wäre, also derselben Kraft, welche auch das „passive Hinabsinken" bedingt, und wir sehen, daß Suess mit der radialen, nicht mit der Schwere identischen Komponente seiner besonderen gebirgsbildenden Kraft eigentlich nichts Besoderes anzufangen weiß. Ihre Wirkungen sind ja, wie wir hören, „kaum nachweisbar", so daß unter diesem Gesichtspunkte die gebirgsbildende Kraft so gut wie ausschließlich aus deren tangentialer Komponente bestehen würde. Aber wir bleiben jetzt bei den Hohlräumen und lassen Suess in seiner Auseinandersetzung fortfahren.

Er sagt[3]), aus dieser eben erwähnten Auseinandersetzung ergebe sich etwa die folgende Vorstellung: „Die obersten peripherischen Teile des Erdkörpers sind durch tangentiale Spannungen festgehalten, wie ein Gewölbe. Entweder radiale Spannung oder Abstau trennt einen Teil des Erdkörpers gegen innen ab, und es bildet sich eine große, der Erdoberfläche mehr oder minder parallele Ablösung, eine Macula[4]), welche sich mit Lava füllt. Findet an der Oberfläche die tangentiale Spannung nach irgend einer Richtung ihre Ablösung, zum Beispiel durch Faltung oder durch Ueberschiebung einer anderen Scholle, so sinkt hinter der Faltung oder Ueberschiebung das Gewölbe in die Macula und auf den Sprüngen oder Einbrüchen quillt Lava empor."

[1]) „Antlitz", I. Bd., pag. 218.
[2]) „Antlitz", ibidem, pag. 220.
[3]) „Antlitz", l. c. pag. 220 unten bis 221.
[4]) Dieser Ausdruck bezieht sich wohl auf die Nebenbedeutung des lateinischen Wortes bezüglich eines in einem Gewebe künstlich erzeugten Lochs (einer Masche), soll hier indessen augenscheinlich einen Hohlraum bezeichnen.

Diese Vorstellung ist allerdings in mancher Hinsicht unklar. Tangentiale Spannungen halten die Decke des Hohlraumes fest und die „radiale Spannung“ tritt nur eventuell für den „Abstau“ ein, aber beim Einbruch des Gewölbes wirkt sie anscheinend doch nicht mit, und so erscheint, wie wir das schon aus den vorher citierten Aeußerungen folgern durften, diese radiale Komponente eigentlich doch bei den Senkungen so gut wie ausgeschaltet. Dabei ist aber der Hohlraum beim Einbruch merkwürdiger Weise nicht mehr hohl, sondern durch Lava ausgefüllt. Lava ist jedoch nicht Luft und auch nicht Wasser, sondern trotz ihres Flüssigkeitszustandes von dichterer Beschaffenheit; deshalb liest man auch nichts von Einbrüchen über Lakkolithen, denen ja sogar hinsichtlich des Verhaltens zu ihrer Decke von Suess selbst eher eine mäßig hebende Kraft zugestanden wird [1]). Unter diesen Umständen sind dann die vorher konstruierten Hohlräume für die Einstürze nicht recht zu brauchen. Das ist doch jedenfalls einer der Punkte, für welche der Autor dem Leser mit einer näheren Erklärung hätte zu Hilfe kommen sollen.

Uebrigens ergeben sich in diesem Falle auch noch andere Widersprüche in den betreffenden Anschauungen. So hat gerade in bezug auf die soeben aus Suess zitierte Stelle Franz v. Hauer [2]) darauf aufmerksam gemacht, daß die Bildung großer Hohlräume im Innern der Erde mit der Heim'schen Annahme vom Plastischwerden der Gesteine unter hohem Druck sich kaum verträgt, während Suess doch zufolge einer anderen Stelle seiner Ausführungen des ersten „Antlitz“-Bandes (pag. 148) der letzterwähnten Annahme zuzustimmen scheine.

Derartige Einwände sind dann später allerdings überflüssig geworden, als Suess [3]) die großen Senkungen der Ozeane den radialen Wirkungen der Kontraktion und nicht mehr Einbrüchen zuschrieb. Die Existenz ozeanischer Tiefen und ebenso die Entstehung der später noch etwas eingehender zu besprechenden Vortiefen betrachtete er dabei ausdrücklich als Aeußerungen der Senkung durch Verminderung des planetarischen Volums und „nicht der Senkung in Hohlräume“ [4]) (l. c. pag. 670).

Das war die offenbare Negation seiner ursprünglichen Annahme von einem Zusammenbruch des Erdballs, an welche Annahme nur mehr die Beibehaltung des Wortes „Senkung“ erinnert. Er sprach jetzt nur mehr von örtlichem Einsturz. So liest man unter Anderem: „Oertlicher Einsturz, ozeanische Senkung und lineare Zerreißung (Disjunktion) sind demnach selbständige und voneinander verschiedene Erscheinungen.“

---

[1]) „Antlitz“, III/2, pag. 643.

[2]) Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1883, pag. 185. (Natürlich gilt diese Kritik nur für leere Hohlräume.)

[3]) Zum Beispiel „Antlitz“, III/2, pag. 669 u. 670.

[4]) In einem gewissen Sinne, wenngleich wegen eines anderen Zusammenhanges nicht vollständig hierher passend, sind auch die Bemerkungea auf den Seiten 708 und 719 des letzten „Antlitz“-Bandes zu vergleichen, wo die Massendefekte im Erdinnern geläugnet werden.

Wenn er dazu noch bemerkt, daß zu wiederholten Malen von ihm gesagt wurde, „daß die Kontraktion der Erde sich in ein radiales (senkendes) und ein tangentiales Element zerlegt", so liegt in dieser Aeußerung nur ein scheinbares Aufrechterhalten des Zusammenhanges mit seinen früheren Auslassungen. In Wahrheit handelt es sich dabei um eine Verschiebung seiner ursprünglichen Auffassung von der gebirgsbildenden Kraft, bezüglich um ein Mißverstehen seiner eigenen Ansicht über diese Kraft, was nach dem vorher von mir Gesagten wohl keiner weiteren Erörterung bedarf. Ueber diese Dinge ist sich eben Suess nie ganz klar geworden.

Sei dem aber wie ihm wolle, in jedem Falle hatte sich unser Autor sehr weit von dem in der „Entstehung der Alpen" vertretenen Standpunkt entfernt, wonach ihm radiale Wirkungen der Kontraktion unbekannt waren.

Und doch kommt er in einer etwas anderen Richtung wieder auf die Annahme horizontaler Kontraktion zurück, so daß man den Eindruck erhält, er habe sich in dieser Frage, wie das übrigens auch für andere Probleme gezeigt werden kann, zu der Annahme einer größeren Mannigfaltigkeit der Erscheinungen bekannt, als sie mit seiner ursprünglichen Hypothese vereinbar war.

Wir wollen nämlich bei dieser Gelegenheit nicht unbeachtet lassen, daß nach den Vorstellungen, welche Suess bei Abfassung seines letzten „Antlitz"-Bandes hatte, die Kontraktion sich in direkter Weise nicht bloß durch jene radialen Wirkungen geäußert hat. Bei Besprechung des afrikanischen Grabengebietes redet er [1]) ausdrücklich von einer „Zerreißung durch Kontraktion" und meint, man sei für jenes weite Gebiet zu der Annahme genötigt, daß dort „Spannungen in der äußeren Hülle des Erdkörpers senkrecht auf die Richtung der Sprünge sich geäußert haben". Die Klüfte hätten sich „von oben gegen abwärts geöffnet".

Daß nach Suess die Zerreißungen nichts mit den Vorgängen bei den Senkungen oder Einstürzen zu schaffen haben, ging schon aus einem der kurz vorher gegebenen Zitate hervor.

Der Autor des „Antlitz" zeigt sich aber an einer anderen Stelle seines Werkes [2]) auch ganz wohl des Umstandes bewußt, daß „Faltung und Zerrung zwei entgegengesetzte Vorgänge" sind. Doch beziehen sich die Zerrungen, von denen er dort spricht, nicht auf Gräben wie in dem afrikanischen Beispiel.

Uebrigens besteht, wie wir hier anmerken wollen, zwischen der Auffassung, welche die Entstehung der Gräben auf Senkungen zurückführt, und der Vorstellung, daß die Gräben durch Zerreißung entstanden sind, keine volle Uebereinstimmung, was Suess allerdings für unwesentlich gehalten zu haben scheint.

Wir haben jedenfalls mit der Erwähnung der Zerreißungen ein den Tektonikern zwar nicht unbekanntes Problem berührt, über welches mancher jedoch vielleicht gewünscht hätte, von dem großen Autor Näheres zu erfahren, namentlich betreffs der Art, wie er seine son-

[1]) „Antlitz", III/2, pag. 316.

[2]) Vgl. „Antlitz", III/2, die Seiten 664, 670 und 672.

stigen Ansichten (vielleicht nicht blos diejenigen betreffs der Gräben) damit in Verbindung hätte bringen wollen.

Wenn die Entstehung der Gebirge oder überhaupt die Runzelung der Erdoberfläche einem tangentialen Schub (gleichviel ob wir denselben für diese Betrachtung als einseitig oder nicht auffassen) zuzuschreiben ist, so steht damit scheinbar die Entstehung großer klaffender Spalten in einem gewissen Widerspruch, sofern diese Spalten einer wenigstens teilweise ebenfalls in mehr oder weniger horizontaler Richtung stattfindenden innerlichen Zusammenziehung der Gebirgsmassen ihren Ursprung verdanken. Solche Spalten müßten ja durch die Zusammenpressung der Erdrinde, die einem kleineren Radius infolge von Schrumpfung sich anpaßt, ausgeglichen werden. Doch mag wohl (im allgemeinen betrachtet) das Nebeneinanderbestehen von sich anscheinend ausschließenden Phänomenen, wie Zusammenpressung und Auseinanderklaffen in dem Umstande begründet sein, daß durch Zerreißung entstandene Gräben oder sonstige Spalten nicht immer in einer Region mehr oder minder gleichzeitig mit ihnen entstandener Gebirgsfaltung auftreten und daß verschiedene Teile der Erdrinde sich der Runzelung gegenüber verschieden verhalten. Dabei muß natürlich die mit dieser Runzelung zusammenhängende Oberflächeneinbuße durch Faltung und Zusammenschiebung größer sein als der durch das Klaffen der Spalten in anderen Gebieten bezeichnete Raum.

Schwieriger aber wird das Verständnis für den betreffenden Gegensatz, wenn Gräben im gefalteten und zusammengepreßten Gebirge vorkommen in der Art, wie das in den Anden nach Suess[1]) der Fall sein soll, wo das Auftreten solcher Gräben mit Vulkanen in Verbindung gebracht wird, deren Reihen den Falten parallel verlaufen. Das ist wieder einer der Punkte, die einer Erläuterung bedurft haben würden. Wenn der Autor einige Seiten früher (ibidem pag. 534) von anderen Gräben spricht, welche die Falten der Anden durchsetzen, so mag oder muß man annehmen, daß es sich hier um Einsenkungen nach vollzogener Faltung handelt und da steht auch die Richtung dieser Einsenkungen nicht im Widerspruch mit der Pressung, deren Ergebnis der Faltenwurf war. Das würde auch dann noch nicht der Fall sein, wenn diese sogenannten Gräben nicht durch Einsenkung, sondern durch Zerreißung und Zerrung entstanden wären. Etwas anderes ist aber das Verhältnis von Gräben, die sich trotz der Pressung senkrecht zur Druckrichtung gebildet haben sollen, namentlich, wenn gerade diese Gräben als Zerreißungen zu deuten wären. Dabei ist zu bedenken, daß bei dem jugendlichen Alter der Anden die Pressungen, welche zu deren Aufrichtung führten, wohl noch nicht als abgeschlossen gelten dürfen.

Nach dem Gesagten mag es dem Leser dieser Zeilen überlassen bleiben, zu entscheiden, ob er sich für irgend eine Phase der betreffenden Suess'schen Verlautbarungen ein genaues Bild machen kann von dem, was dieser Autor sich unter der gebirgsbildenden Kraft eigentlich gedacht hat.

---

[1]) „Antlitz", III/2, pag. 539.

Es ist möglich, daß dieser Leser den voranstehenden Abschnitt etwas unruhig geschrieben findet. Vielleicht aber erkennt derselbe bei einer eventuellen Nachprüfung, daß es sich hier so verhält, wie mit einem Spiegel, der ein ruhiges Bild nicht wiederzugeben vermag, wenn die Gegenstände, die sich vor ihm befinden, in zitternder Bewegung sind oder sich gegenseitig beständig verschieben.

Wir haben aber jedenfalls gesehen, daß hinsichtlich der Ausführungen, welche Suess zu verschiedenen Zeiten, bezüglich an verschiedenen Stellen seiner Schriften über die Kontraktion und die gebirgsbildende Kraft verlautbarte, dem Leser nicht der Eindruck eines geschlossenen Zusammenhanges der betreffenden Vorstellungen zurückbleiben kann.

Dieser sozusagen negative Eindruck wird aber verstärkt werden, wenn wir später auf Einzelheiten eingehen, die speziell mit der Lehre vom einseitigen Schub zusammenhängen.

Die Frage der Gleichzeitigkeit der Falten von Kettengebirgen.

Bevor wir uns aber mit besonderen Einzelheiten beschäftigen, durch welche die Natur der Suess'schen Spekulationen illustriert werden kann, wollen wir noch kurz eine Frage berühren, welche die Bildung der Kettengebirge, bezüglich die mit dieser Bildung so vielfach zusammenhängende Faltenbildung im allgemeinen betrifft, gleichviel, ob wir uns die Kraft, welche die Falten erzeugt, als einseitige vorstellen oder nicht.

Die Annahme, daß Gebirge mit einem Schlage entstehen, ist wohl für alle diejenigen, denen noch ein Rest der Lyell'schen Grundsätze im Bewußtsein geblieben ist, eine unmögliche. Diese Annahme erscheint gerade so ungeheuerlich, wie die seit Darwins Auftreten überwundene Vorstellung, daß plötzlich auf grünem Anger eine neue Art Säugetier- oder in einem Teich eine neue Fischgattung entstehen könnte, was ja heute selbst die Gegner Darwins, soweit sie sich mit Wissenschaft beschäftigt haben, nicht mehr glauben.

So gut, wie die pressenden Kräfte, welche in einer Region schwächeren Widerstandes wirksam sind, allmählich wirken, wenn auch in dem einen Fall stärker und rascher als in dem anderen, so wird auch das Resultat dieser Wirksamkeit nicht mit einem Male sichtbar werden. So schreibt ja zum Beispiel auch Supan[1]): „Faltengebirge entstehen nicht durch einen einheitlichen Akt, sondern nach und nach".

Nun aber bestehen die größeren Faltengebirge alle aus einer Anzahl von Falten, die mehr oder weniger einander parallel verlaufen, und ebenso wie man bei der einzelnen Falte sich vorstellen darf, daß sie sich aus kleinen Anfängen erhebt, wächst und schließlich eine gewisse Größe erreicht, so liegt es nahe, anzunehmen, daß auch

[1]) Grundzüge der physischen Erdkunde, 4. Auflage, Leipzig 1908, pag. 624.

ein System von Falten nicht von vornherein in seiner Totalität angelegt wird. Den ersten Falten schließen sich bei der Fortdauer der die Faltung bewirkenden Pressungen andere an. Das ist ein natürlicher Vorgang, der sich nicht bloß experimentell dartun läßt, sondern dem auch die Beobachtungen in den Faltengebirgen entsprechen, bei welchen gegen deren Außenränder hin jüngere Gesteinszonen auf die älteren folgen und bei welchen die jüngeren noch ganz oder teilweise an der Faltung teilnehmen, während sie im Vorlande [1]) des Gebirges eventuell noch mehr oder weniger flach gelagert sind.

Den hierauf bezüglichen Verhältnissen in den Karpathen habe ich seit meinen ersten Aufnahmen in Galizien eine besondere Aufmerksamkeit zugewendet und bereits in den ersten „Studien in der Sandsteinzone der Karpathen“ [2]) die durch die während längerer Zeit zum Ausdruck kommende Kontinuität der Gebirgsbildung bedingten Erscheinungen besprochen. Auch habe ich gelegentlich [3]) darauf hingewiesen, daß sogar eine in der Verbreitung gewisser Formationsabteilungen sich ausprägende Diskordanz der letzteren mit einer allmählichen Verknüpfung der Absatzbedingungen derselben vereinbar ist [4]). Ich habe auch die Meinung zu begründen versucht, daß die Karpathen, wenn auch als geringere Erhebung bereits bestanden, als die miocäne im wesentlichen auf den Rand des Gebirges in ihrer Verbreitung beschränkte dortige Salzformation sich absetzte, die doch später an den karpathischen Störungen teilgenommen hat [5]). Ich habe ferner betont (vgl. wieder Jahrb. 1877 l. c.), daß stellenweise sogar noch jüngere, anderwärts flach gelagerte Bildungen von jenen Störungen betroffen wurden. Da es mir schien, daß meine Auffassungen einigen Mißverständnissen ausgesetzt waren, habe ich in meiner Beschreibung der Gegend um Krakau diese Auffassungen nochmals zusammengefaßt [6]) und bin später im Hinblick auf gewisse hydrographische Verhältnisse der karpathischen Erhebung von Maidan bei Rosólna im Zusammenhang mit den von mir über das Wesen der Durchbruchstäler vertretenen Ansichten nochmals kurz darauf zurückgekommen [7]).

Ich glaubte in diesen Darlegungen gezeigt zu haben, was ich schon 1877 (l. c.) aussprach, daß die Karpathen für die Annahme einer mehr oder weniger plötzlichen Aufrichtung der Gebirge keine Handhabe bieten.

---

[1]) Der Ausdruck Vorland wird hier im gewöhnlichen Sinne ohne Bezug auf die Suess'schen Begriffe über Vorland und Rückland angewendet.

[2]) Jahrbuch d. k. k. geol. R.-A. 1877, pag. 128.

[3]) Vgl. z. B. Verh. d. k. k. geol. R.-R. 1878, pag 323.

[4]) Was speziell diesen Punkt anlangt, so bitte ich zu vergleichen, was in der diesmaligen Darstellung weiter oben (pag. [71] - [73]) über das Verhältnis des produktiven Karbons von Ostrau zum mährisch-schlesischen Kulm gesagt werden konnte.

[5]) Vgl. z. B. meine hierauf bezüglichen Bemerkungen in der Arbeit über die Gegend von Lemberg, Jahrb. 1882, pag. 71 und 91 und die Mitteilungen über den Karpathenrand bei Wieliczka, Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1884, pag. 172 u. 173.

[6]) Jahrb. d, k. k. geol. R.-A. 1887, pag. 663—687, bezüglich 271—275 des Separatabdruckes (1888).

[7]) Beiträge zur Geologie von Galizien, 4. Folge, Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1889, pag. 369—370.

Die galizischen Karpathen liegen allerdings etwas abseits von dem Interesse der Mehrzahl der Geologen, denen die Beschäftigung mit den Alpen mehr Anregung bietet.

Ohne daß man, was die letzteren anlangt, das jugendliche Alter derselben in Abrede zu stellen braucht, so weit die letzte Phase ihrer Entstehung und die dabei gesteigerte Intensität der gebirgsbildenden Kräfte in Betracht kommt, wird man doch zugestehen, daß die jüngeren Tertiärbildungen, welche die Alpenkette auf beiden Seiten begleiten, diese Kette bei ihrer Ablagerung schon als existierend vorgefunden haben. Sonst müßte man ja annehmen, daß die betreffenden Absatzbecken einst über den Raum der Alpen, das heißt über einem durch die älteren alpinen Formationen gebildeten Untergrunde sich von einer Seite hinüber zur anderen erstreckten, die Absätze selbst aber später im Hochgebirge durch Denudation entfernt worden seien [1]). In neuerer Zeit mehren sich auch wieder die Anhänger der Vorstellung, daß die Alpen schon zur Zeit der oberen Kreide dastanden, während Mojsisovics es einst sogar für ausgeschlossen gehalten hat [2]), daß die krystallinische Mittelzone dieses Gebirges von einer zusammenhängenden Decke mesozoischer Bildungen überspannt gewesen wäre, die die Verbindung der Nebenketten hergestellt hätte."

In meinem ersten Aufsatz über die Bildung von Quertälern habe ich mich unter anderem auf diese Aeußerung bezogen [3]) um darzutun, daß die Alpen wahrscheinlich schon zur Triaszeit wenigstens in der Region der Zentralgesteine eine über das Meeresniveau erhobene Bodenanschwellung gebildet haben [4]), daß aber in jedem Falle die Störungen, welche zur Tertiärzeit in der alpinen Region statthatten, nicht die ersten waren, welche zur Entstehung der betreffenden Ketten führten.

Das letztere muß man selbst im Sinne der Ueberschiebungstheorie zugeben, wenn man nicht zu der ganz grotesken Annahme greifen will, daß das jüngere Tertiär einst über das ganze spätere Alpengebiet noch vor der Aufschiebung der älteren Bildungen verbreitet gewesen sei, daß seine Ablagerungen also nicht die anderen alpinen Gebilde in den randlichen Teilen des Gebirges überdeckten, sondern umgekehrt von den ganzen Alpen überschoben worden seien, so daß man sie beispielsweise unter der Zentralkette antreffen könnte.

---

[1]) Es wird hier selbstverständlich nur an Absätze aus größeren Becken gedacht. Daß Spuren der Ablagerungen alter Flüsse noch heute im Hochgebirge vorkommen können, wie die früher pag. [37] erwähnten Augensteine, ist für die jetzige Auseinandersetzung ohne Belang.

[2]) Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1873, pag. 137. Diese Ansicht ist allerdings lange vor dem Auftauchen der Deckentheorie ausgesprochen worden, durch welche in der Vorstellung vieler das tektonische Bild von der Zentralkette und ihren Nebenketten geändert wurde. Es schadet aber nichts, wenn hier wieder daran erinnert wird.

[3]) Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1878, pag. 598.

[4]) Das würde vor Allem für die Aera der Werfener Schichten und für diejenige des Lunzer Sandsteines zu gelten haben, wenn wir die älteren Anschauungen über den Bau unseres mitteleuropäischen Hochgebirges nicht ganz über Bord werfen wollen. Die genannten Bildungen deuten die Nähe von Land und Ufer an.

Unter der Herrschaft einer solchen Annahme oder ähnlicher ausschweifenden Ideen wäre es indessen überhaupt ganz überflüssig, noch von Ketten, Bögen und dergleichen zu reden. Da würde alle Tektonik aufhören.

Wenn wir aber im Sinne des hier bisher Gesagten an der Idee festhalten wollen, daß unter der Voraussetzung einer gewissen Kontinuität der gebirgsbildenden Kräfte ein aus mehrfachen Ketten zusammengesetztes Gebirge nicht auf einmal in alle seine verschiedenen Falten gebracht wurde, so befinden wir uns zwar in erfreulicher Uebereinstimmung mit Leconte und Whitney[1]) sowie auch mit Dana[2]), der für die so oft als Muster eines Faltengebirges genannten Appalachen, das Hinzufügen neuer Ketten an die früher bestandenen annahm, aber wir stoßen auf den Widerspruch von Suess.

Im Anschluß an die Besprechung der Tektonik in der Bretagne protestiert derselbe[3]) nämlich ganz ausdrücklich gegen „die sehr verbreitete Meinung, als seien die Bögen eines großen Faltensystems in regelmäßiger Reihenfolge hintereinander entstanden und gleichsam aneinander angeschoben worden."

Hier kommt bei unserem Meister wieder einmal der Katastrophen-Theoretiker zum Vorschein, den er eben nicht immer verläugnen konnte, mochte er auch gegen die Hebung der Gebirge durch Vulkane schreiben und mochte er auch ein anderes Mal auf die später noch zu besprechenden „Parmas" aufmerksam gemacht haben, die doch einerseits auf ein Vorschreiten und andrerseits auf ein allmäliges Ausklingen der faltenden Bewegung für die betreffenden Gebirge hindeuten, oder mochte er an noch anderen Stellen seiner Schriften die Faltensysteme mit Wellen vergleichen, die doch einer fortschreitenden Bewegung entsprechen, sofern dieser Vergleich physikalisch richtig angewendet wird.

Eines ist jedenfalls gewiß. Die Theorie von den antecedenten Durchbruchstälern, welche die Angliederung jüngerer Falten an ältere Bodenerhebungen zur Voraussetzung hat, findet in den Suessschen Anschauungen keinen Boden. Ich betone das nicht aus persönlichen Gründen, wie man im Hinblick auf meinen Anteil an der Aufstellung dieser Theorie vermuten könnte (die Fragen der Talbildung, obschon sie in das tektonische Gebiet hineinspielen, haben den großen Autor auch Andern gegenüber immer ziemlich kalt gelassen, wenn es sich nicht gerade um Grabensenken handelte), aber ich betone das, um an diesem Beispiel zu zeigen, daß in gewissen Punkten zwischen Suess und manchen anderen Forschern ein großer Gegensatz in den allgemeinen Grundanschauungen bestand, der nicht leicht überbrückt werden konnte und trotz aller Anerkennung der Verdienste des genialen Forschers zu Meinungsverschiedenheiten auch im Einzelnen führen mußte.

---

[1]) Vgl. hierzu Entstehung der Alpen, pag. 5, wo die betreffenden Annahmen erwähnt sind.

[2]) Manual of geology, 2. edition, New York 1874, pag. 746; vgl. auch in gewissem Sinne pag. 751.

[3]) „Antlitz", III. Bd., 2. Hälfte (Schlußband) pag. 53. Der hier citierte Satz ist bei Suess durch gesperrten Druck hervorgehoben.

Vielleicht kann man aus früheren Aeußerungen unseres alten Meisters herauslesen, daß derselbe nicht immer auf dem in seiner Art überraschenden Standpunkt gestanden ist, der sich aus dem obigen Citat ergibt. Ich erinnere hier an die Vorstellungen, die er in dem Aufsatz über Wieliczka betreffs der Störungen der Schweizer Molasse kundgetan hat und auf welche in einem anderen Zusammenhange in der gegenwärtigen Darstellung[1]) bereits hingewiesen werden konnte. Vor allem aber darf man bei dieser Gelegenheit an eine Stelle in der „Entstehung der Alpen“ denken (l. c. pag. 147). Dort heißt es bei Besprechung der Anfänge der Gebirgsbildung, daß der nach vorwärts liegende Teil der Hauptfalte in der Richtung der Kontraktion weiter bewegt wird und vor sich „die Sedimente in weiteren untergeordneten Falten“ auftürmt[2]).

Aber wir dürfen ja nicht bloß mit solchen älteren Verlautbarungen, sondern müssen auch mit den neueren Ansichten unseres Autors rechnen. Da ist bei dem dadurch gegebenen Fall wohl die Frage erlaubt, wie sich Suess unter der Voraussetzung eines gleichzeitigen Entstehens der verschiedenen Parallelketten eines größeren Gebirges die Entwässerungsverhältnisse dieses Gebirges vorgestellt hätte, sofern er derartige Dinge, für die er geringeres Interesse gehabt zu haben scheint, überhaupt hätte einer Betrachtung unterwerfen wollen.

Verschiedene Schwierigkeiten bezüglich der Hypothese vom einseitigen Schub.

Die Idee des einseitigen Schubes in Verbindung mit den Vorstellungen über die Bedeutung der Bogenformen der Gebirge sowie in Verbindung mit den Ansichten, welche über die jenem Schub sich entgegenstellenden stauenden Schollen einerseits und die Senkungsfelder andrerseits ausgesprochen worden waren, hat im Laufe der Zeit zu den meisten der Unstimmigkeiten geführt, an denen die von Suess aufgestellte Hypothese der Gebirgsbildung leidet.

Es sind Unstimmigkeiten, die so groß sind, daß man heute kaum sagen kann, worin der feste Kern besteht, der von jener Hypothese noch übrig geblieben ist und dies mag einer der Hauptgründe sein, weshalb — wie wir gesehen haben — die Ausführungen im „Antlitz der Erde“ manchen Lesern schwer verständlich erschienen. Allerdings kann es sich da vornehmlich nur um solche Leser handeln, die ein konsequent nach einem einheitlichen Plan aufgeführtes Gebäude in jenem Werke vor sich zu sehen erwarteten, während es fraglich bleibt, ob Suess, wenn er auch ursprünglich zweifellos an einen solchen Plan dachte, bis ganz zum Schluß an dieser Absicht festgehalten

---

[1]) Pag. [59] und [60], vgl. besonders die Anmerkung 3 auf pag. 59.

[2]) Zum besseren Verständnis dieses Citats sei daran erinnert, daß Suess sich damals die Kontraktion als in horizontaler Richtung wirkend dachte und nicht als in radialer Richtung tätige, wie das seiner späteren Ansicht entsprach. Der oben erwähnte Satz gilt nach Suess wenigstens für eine Gruppe von Kettengebirgen, welche der Autor aber damals als die „häufigere“ Gebirgsform bezeichnete.

hat. Es scheint ja aus verschiedenen Anzeichen hervorzugehen, daß er zwar (um bei dem Vergleich zu bleiben) die Mauern jenes Gebäudes soweit sie schon ausgeführt waren und ihm vielleicht noch einigermaßen haltbar vorkamen, stehen ließ, daß er zuletzt aber es vorzog, die Bausteine für die Fortsetzung des Werkes zunächst nur auf die Eignung für ihre Zusammenfügung zu prüfen und dadurch seiner Synthese den Charakter einer vorbereitenden Arbeit aufzudrücken.

Wer dem Verdienste des großen Autors gerecht werden will, wird dessen Leistung wenigstens teilweise auch unter diesem Gesichtspunkt betrachten, wie sehr er sich bei dieser Betrachtung auch des Umstandes bewußt bleibt, daß Gerechtigkeit und sachliche Kritik keine Gegensätze sind und daß demzufolge diese Kritik nicht zu verstummen braucht.

Das Gleichnis von den Bausteinen hat uns ja Suess selbst in seinen „Erinnerungen" vorgeführt, dort, wo er (l. c. pag. 432) von der Größe der Ergebnisse spricht, zu denen die Forschung uns bereits geführt hat. „Man würde sich aber täuschen", schreibt er, wenn man diese Ergebnisse lediglich als die Frucht der Beobachtung und des Verstandes ansehen wollte. Diese liefern und ordnen nur die Bausteine. Die großen Synthesen reifen plötzlich und unter dem Eingreifen einer schöpferischen, jedoch durch die Tatsachen gebundenen und geleiteten Phantasie. Der Maurer überblickt die Bruchsteine. Er erkennt die Anschlußflächen; dann baut er."

Dieser Ausspruch erklärt viel, wenn er auch eigentümlich gefaßt ist, denn man wird doch gewiß gern annehmen, daß der große Autor in der Wirklichkeit dem Verstande nicht bloß die bescheidene Rolle an der Seite der Beobachtung angewiesen hat, wie sie in dieser Stilisierung bezeichnet wird.

Ob jedoch Suess, der in seinem Falle gewiß manche jener Anschlußflächen glücklich erkannt hat, nicht trotzdem mit seinem Bau begonnen hat, ehe er sämtliche zu verwendende Bau- und Bruchsteine auf ihr Zusammenpassen zu prüfen vermochte, ist eine andere Frage [1]) und, wie das soeben angedeutet wurde, sprechen verschiedene seiner später noch zu erwähnenden Aeußerungen dafür, daß auch ihm in dieser Hinsicht Zweifel nicht fremd waren.

Aber man erkennt wenigstens aus obigem Citat, wie er sich seine Aufgabe gedacht und mit welchen Mitteln er sie zu lösen versucht hat.

Daß diese Mittel nicht immer diejenigen der von Uhlig [2]) für seinen ehemaligen Lehrer in Anspruch genommenen induktiven Methode gewesen sind, bei welcher die durch Inspiration gewonnenen Vorstellungen nicht der Prüfung der Beobachtungen vorausgehen, ist wohl sicher; daß es Suess auch nicht immer glückte, sofort jene richtigen Anschlußflächen der einzelnen Bausteine zu finden und daß ihm überhaupt die Lösung der bewußten Aufgabe, wenigstens in Bezug auf eine klar begründete Theorie der Gebirgsbildung nicht

---

[1]) Es unterliegt ja zum Beispiel heute schon keinem Zweifel mehr, daß das „Antlitz der Erde" in vielen Stücken an der „Entstehung der Alpen" laboriert.

[2]) Vgl. oben pag. [78] dieser Darstellung.

völlig gelang [1]), dafür werden auch in diesem wie in den folgenden Abschnitten wieder Belege zu finden sein. Daß aber andrerseits jene „schöpferische Phantasie“ den Autor denn doch immer wieder zu neuen Gesichtspunkten geführt hat, die, an sich betrachtet, jedesmal interessant und für weitere Untersuchungen anregend gewesen sind, das darf auch von der rigorosesten Kritik zugestanden werden, und das tritt zuweilen auch in den Fällen hervor, wo es dem Autor am wenigsten beschieden war, seine Ideen untereinander und mit seiner Theorie in Uebereinstimmung zu bringen.

Um die Lehre vom einseitigen Schub und deren Entwicklung bezüglich verschiedener damit zusammenhängender Einzelheiten zu überblicken, dürfen wir wohl noch einmal auf die betreffende Darstellung in der „Entstehung der Alpen“ zurückkommen, weil dort, abgesehen von jener in ein Gleichnis gekleideten Ausführung in den „Heilquellen Böhmens“ (vgl. oben), die bewußte Hypothese noch am einfachsten und klarsten ausgesprochen ist. Dort sehen wir, wie sich im Geiste des Autors die Gebirgsbögen an ihrer konvexen Seite an älteren Schollen stauen und wie an der konkaven Innenseite Senkungsfelder entstehen, innerhalb welcher (und besonders an deren Rändern) vulkanische Eruptionen hervorbrechen. Wir sehen ebenfalls das Vordringen der meisten Gebirge Europas in nördlicher Richtung.

Gewisse Einschränkungen dieser Vorstellungen, die ursprünglich (wenigstens bezüglich der Senkungsfelder) vorzugsweise an den Bau der Karpathen und Apenninen oder teilweise auch des Erzgebirges angeknüpft haben, ergaben sich freilich schon damals. „Wir möchten“, schrieb Suess [2]) „ein Gesetz des Zuströmens der oberen Erdmassen gegen den Pol entwickeln“, aber, fügte er selbst hinzu, das Auftreten von „Störungen im Meridian“ (Ural) und der Umstand, daß sich „die bewegende Kraft in den mächtigen Hochgebirgen Innerasiens gegen Süd“ wende, widerspreche einer solchen Annahme.

Er hätte aber auch noch weiter hinzufügen können, daß die Berufung auf die asiatischen Hochgebirge zugleich für die Ideen über die Rolle, welche Senkungsfelder und stauende Festländer gegenüber den Gebirgsbögen spielen sollen, recht abträglich wurde. Der Himalaya hat an seiner südlichen Außenseite das nordindische Tiefland vor sich und wenn man auch das letztere im Sinne späterer Ausführungen des Autors als sogenannte Vortiefe und den Rest der vorderindischen Halbinsel als stauendes Festland oder, wie es dann immer bloß hieß, als Vorland hätte auffassen wollen, so war es doch schwer, auf der Innenseite des erwähnten Gebirges in dem Hochland von Thibet ein Senkungsfeld zu erblicken.

[1]) Etwas anderes ist es natürlich bezüglich des Vergleichs der Verhältnisse verschiedener Gegenden. Diese Vergleiche, welche ja, wie früher schon angeführt, als Begründung einer neuen Disziplin der Geologie gewertet wurden, werden stets ein hohes Interesse beanspruchen. Hier handelt es sich jedoch nur um die Frage, ob die daraus gezogenen Schlüsse unmittelbar in den festen Besitz unserer Wissenschaft übergehen können.

[2]) (L. c. pag. 146.)

Solche Schwierigkeiten mehrten sich beim Fortschreiten der im „Antlitz der Erde" niedergelegten Arbeit, und ich habe schon vor Jahren, bald nach dem Erscheinen des zweiten Teiles des ersten Bandes dieses Werkes nicht umhin können, auf einige derselben hinzuweisen [1]).

Gemäß dem Standpunkt, den der Verfasser dieses Bandes einnahm, hätte man in den Anden Südamerikas zwei große Bögen zu sehen gehabt, die in der Gegend von Arica zusammentrafen. Nördlich von diesem Punkte wurde der eine Bogen der Cordilleren angenommen, dessen Ketten gegen Venezuela durch „Virgation" auseinander treten, während weit südlich von Arica der andere Bogen endlich im Feuerlande aus der anfänglich mehr geraden meridionalen Richtung nach Osten umschwenkend gedacht wurde. Der Hauptteil des südamerikanischen Kontinents mit der „brasilianischen Masse" nahm im Sinne dieser Auffassung, wie Suess selbst ausdrücklich sagt [2]), „die Stelle des Rücklandes innerhalb der Bögen" ein, während „das Vorland unter dem Ozean" liegen sollte.

Auch der Bogen der Antillen, der zwar an der Stelle des inneren Senkungsfeldes, wie die Theorie anfänglich ein solches verlangte, das karaibische Meer umschließt, also auf dieser Seite den verlangten Bedingungen entspricht, hat an seiner Außenseite statt des stauenden Festlandes teils den mexikanischen Golf, der, wie Suess sagte, in das Vorland eingebrochen ist (l c. pag. 709), teils einen Ozean, den atlantischen. „Die beiden größten Ozeane der Erde", so schrieb ich (l. c. pag. 57) in dem so eben erwähnten Referat, „der Pacific für die Anden, der atlantische für die Antillen, würden also im Sinne der früheren Ansichten des Verfassers die Rolle stauender Festländer übernommen haben", was insofern auffallen durfte, als Suess doch wiederholt die Ozeane als Senkungsfelder bezeichnet und damit in einen tektonischen Gegensatz zu den stauenden Festländern gebracht hatte.

Andererseits schien derselbe freilich kein Bedenken zu hegen, ein und demselben Erdraum verschiedene tektonische Funktionen zuzumuten, denn der atlantische Ozean, der für die Antillen das stauende Vorland bedeutete, liegt, wie er damals meinte [3]), auf der Rückseite oder Innenseite der Faltenzüge, welche im östlichen Nordamerika sich von Neuschottland bis nach Alabama erstrecken und bedeutet somit im Sinne der in der Entstehung der Alpen kundgegebenen Auffassung für diese Faltenzüge [4]) ein Senkungsfeld.

Man darf übrigens nicht glauben, daß Suess selbst über den Widerspruch, welcher in allem dem gegen seine erste Hypothese lag, sich getäuscht habe. Er schrieb beispielsweise bezüglich der Anden (l. c. pag. 690): „Der Gegensatz zwischen den südeuropäischen und

---

[1]) Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1885, pag, 51—58.

[2]) „Antlitz", II. Bd., pag. 690.

[3]) „Antlitz", II. Bd., pag. 756.

[4]) Inwieweit diese Auffassung mit den Vorstellungen der Amerikaner über das relative Alter der Ketten dieses Faltenzuges heranreichte, tut für die Auseinandersetzung im gegenwärtigen Abschnitt der heutigen Darstellung nichts zur Sache.

südamerikanischen Gebirgen ergibt sich aus dem Umstande, daß in den Alpen, Karpathen, Apenninen das Rückland eingebrochen ist und in den Alpen und Karpathen das Vorland sichtbar ist, während in Südamerika die brasilianische Masse die Stelle des Rücklandes innerhalb der Bögen einnimmt und das Vorland unter dem Ozean liegt."

Bezüglich der Frage, was als Vorland, was als Rückland eines Gebirges zu gelten habe, ist übrigens der Meister offenbar nie ganz oder nur dadurch ins Reine gekommen, daß er, um mich so auszudrücken, den gordischen Knoten, der sich hier durch Verschlingungen verschiedener Ansichten gebildet hatte, in resoluter Weise einfach zerhieb, indem er vor allem den landläufigen Gegensatz zwischen See und Festland bei seinen Betrachtungen ausschaltete.

So wird vom Pacific im Jahre 1893 ganz im allgemeinen ausgesagt, daß die ihn umrandenden Ketten in der Richtung gegen den Ozean zu (and not from the ocean) gefaltet seien und daß dieser Ozean überall den Charakter eines Vorlandes besitzt[1]). Auch aus einer Stelle des letzten Bandes des „Antlitz" [2]) geht hervor, daß für Suess die Ozeane ohne weiteres als Vorländer gelten können und da er überdies in dem Grund der Ozeane an einer anderen Stelle überflutete Festländer erblickte, so konnten diese Meere ja unbeschadet ihrer Eigenschaft als Senkungsfelder auch als stauende Festländer hingestellt werden.

Als stauende Festländer hat man jedoch früher im Sinne unseres Autors gern die alten Horste betrachtet und diese letzteren in Gegensatz zu den Senkungsfeldern gebracht. So schrieb Suess noch in demselben II. „Antlitz"-Bande (pag. 680), in welchem die hier geschilderte Auffassung über die Rolle des Pacific enthalten ist: „Sobald die Meeresbecken als Senkungsfelder anerkannt sind, erhalten die Festländer die Merkmale von Horsten."

Es wird sich indessen bei der gegenwärtigen Diskussion mehr und mehr herausstellen, daß es bei konsequenter Durchführung der in Rede stehenden Hypothese auf eine gegenseitige Vertretung der verschiedenen hier vorgebrachten Begriffe hinauskommt.

Wenn man jedoch die Funktion von Vorländern, Rückländern, Senkungsfeldern und stauenden Festländern in dieser Weise verschieben und umtauschen kann, so heißt das, offen gesprochen, nicht mehr und nicht weniger, als mit diesen Begriffen oder sagen wir besser mit diesen Ausdrücken Fangball spielen.

Im Uebrigen stimmt der Ausspruch, die Ozeane seien überflutete Festländer, doch nicht ganz mit den sonstigen Anschauungen von Suess über die Weltmeere überein. Dieselben sind ja, wie der Autor [3]) sagt, infolge von Senkungen (also nicht etwa durch ein bloßes Anwachsen der Fluten) immer tiefer geworden und wenn man auch im Hinblick auf die Unterschiede, die derselbe zwischen der tektonischen Bedeutung des atlantischen und des pacifischen Ozeans

[1]) In dem Artikel über die angebliche Permanenz des Ozeans, Natural Science Nr. vom 13. März 1893, pag. 186, vgl. auch pag. 181. Dort heißt es auch, daß die „Bögen" ihre konvexe Seite durchgängig dem Ozean zukehren.

[2]) III/2, pag. 581 und III/2, pag. 692.

[3]) „Antlitz", III/2, pag. 776.

hervorhob (vgl. weiter oben), bei dem erstgenannten eine spätere Entstehung annehmen will, so mußte doch (wie das ja übrigens Suess selbst angenommen hat) dem pacifischen Ozean eine längere Existenz und eine gewisse Beständigkeit im Sinne jener Anschauungen zugebilligt werden, so daß die Ueberflutung dieses „Festlandes" schon seit urdenklicher Zeit, um nicht zu sagen, seit allem Anfang [1]) der Hauptsache nach besteht. Ueberflutet ist der Grund des Pacific allerdings und fest ist er auch, aber wenn man sonst von Festländern im Gegensatz zu den Meeren spricht, so meint man damit doch einen Gegensatz, der in jener Suess'schen Aeußerung in eigentümlicher Weise verwischt wird, und unter einem überfluteten Festland stellt man sich ein Stück Boden vor, der früher über den Seespiegel hervorgeragt hat.

Tatsächlich hat sich Suess auch, wie es scheint, gescheut, jener Aufhebung des Unterschieds zwischen Festland und Ozean konsequent Geltung zu verschaffen, was sich gerade wieder bei seiner Auffassung von Südamerika zeigt, auf die wir noch einmal zurückkommen müssen. Diese Auffassung wurde nämlich zuletzt einem völligen Wechsel unterworfen.

Auf Seite 533 des letzten Antlitzbandes wird zunächst die Scharung der andinischen Bögen bei Arica (vgl. oben) wieder in Zweifel gezogen, und auf Seite 335 erscheint auf einmal Brasilien nicht mehr als Rückland, sondern als Vorland der Anden, welches sich (l. c. pag. 537) auf das argentinische Gebiet forterstreckt, und auch auf Seite 731 desselben Bandes wird Brasilien als Vorland der Anden bezeichnet, deren Faltung, wie es heißt, gegen Ost gerichtet ist und gemäß Seite 732 sogar dieses Vorland selbst ergreift, so daß zum Beispiel der Illimani und auch die argentinischen Anden eigentlich zu diesem Vorlande und (streng genommen) nicht mehr zu den Anden selbst gehören.

Wir dürfen uns hier wohl auch daran erinnern, daß gemäß den älteren Ansichten unseres Autors die faltende Bewegung in der Umgebung des Pacific als eine allseitig gegen diesen Ozean gerichtete anzusehen war [2]) und daß die südamerikanischen Verhältnisse ausdrücklich in diese Vorstellung einbezogen wurden. Es ist aber jedenfalls gut, daß die neuere Auffassung der andinen Gebirgsbildung von jener Annahme, welche die Richtung der Faltung gegen West verlangte, befreit wurde. Damit ist wenigstens eine Vorstellung aus der Welt geschafft worden, welche der Anpassungsfähigkeit der Leser etwas zuviel zumutete. Freilich erleidet dabei wieder die Charakterisierung des pacifischen Küstentypus eine gewisse Abschwächung [3]).

Für denjenigen jedoch, der im Sinne der ursprünglichen Hypothese des Autors sich aus den Anden ein einseitiges Gebirge mit einem stauenden Festland vorn und einem Senkungsfeld hinten konstruieren will (wobei er natürlich die in das sonstige Schema nicht

---

[1]) Seit der Zeit der alten Panthalassa, von der Suess an anderer Stelle gesprochen hat (vgl. pag. [31] der jetzigen Darstellung).

[2]) „and not from the ocean". Vgl. oben pag. [97] und pag. [130].

[3]) Vgl. weiter oben wieder pag. [97] der heutigen Darstellung.

passenden andinen Vulkane außer Betracht läßt), ist die letztgeschilderte Auffassung jenes Gebirges jedenfalls die angemessenere. Sie hat allerdings wieder den Nachteil, daß sie mit dem Verhalten der Bögen nicht übereinstimmt, deren konvexe Seite, die der Theorie nach gegen das Vorland gerichtet sein sollte, doch von Suess ausdrücklich als gegen den Pacific gekehrt angesehen worden war. Vielleicht hängt aber der oben erwähnte Zweifel des Autors betreffs der Scharung bei Arica [1]) sowie die stärkere Betonung des lange Zeit mehr geraden (also nicht ganz bogenartigen) Verlaufes des südlichen Bogens damit zusammen, daß in diesem Falle den Bögen nicht der volle Wert beigemessen wird.

Beiläufig sei bemerkt, daß auch ein anderer Punkt der Theorie, der sich auf die Bedeutung von Vorländern und Rückländern bezieht, im letzten Antlitzbande eine nicht unwesentliche Ergänzung gefunden hat, denn während ursprünglich doch der tangentiale Schub jeweilig von der Seite des Rücklandes her erfolgen sollte, heißt es dort, wo (pag. 589) die Beziehungen der Rocky Mountains und einiger anderen Gebirge zu ihren Vor- und Rückländern erörtert werden. „Das Rückland ist nicht der Ausgangspunkt einer aktiven faltenbildenden Kraft."

Ob das ganz im Sinne der ursprünglichen Hypothese unseres Autors liegt, kann einigermaßen bezweifelt werden. Unter einem gewissen Gesichtspunkt freilich dürfte man sagen, daß jene Hypothese, welche im Bereiche des Rücklandes Einstürze und Hohlräume voraussetzte, in dieser Region ein treibendes Agens für den einseitigen tangentialen Schub nicht ohne weiteres hätte suchen sollen. Es ist das indessen geschehen, und wir werden vielleicht auf diesen Umstand später noch einmal zurückkommen; doch in dem gegenwärtigen Augenblick unserer Ausführungen braucht die meritorische Seite dieses Problems nicht erörtert zu werden. Jedenfalls aber darf man fragen, aus welcher Richtung soll denn jener Schub kommen, wenn nicht von hinten, also vom Rücklande her? Er kann doch nicht aus der entgegengesetzten Seite, vom Vorland, kommen, auf welches er losgeht. Und doch lesen wir, daß das Rückland nicht der Ausgangspunkt der aktiven faltenbildenden Kraft sei [2]).

Verfolgen wir jedoch die Fragen, welche sich an die Worte Außenseite und Innenseite bei Gebirgen knüpfen, und deren Schwierigkeit wir bezüglich Südamerikas kennen lernten, noch an einem anderen Beispiel, dem Kaukasus.

---

[1]) Wenn der Ausdruck Scharung hier zulässig ist. Das Wort Kettung, welches ja auch dem Suess'schen Wortschatze angehört, wäre vielleicht besser. Doch spricht Suess selbst („Antlitz", I. Bd., pag. 667 u. 690) von der Scharung bei Arica. Ueber die verschiedenartige Anwendung des Ausdruckes Scharung bei Suess vgl. den Hinweis auf Bittner in der Anmerkung 4 auf pag. [101] der heutigen Darstellung.

[2]) Auch wenn in dieser sprachlichen Wendung ein Unterschied zwischen einer aktiven und einer nicht aktiven (also nicht in Wirksamkeit tretenden) Kraft hätte angedeutet werden sollen, bleibt die betreffende logische Schwierigkeit bestehen, denn es handelt sich bei dieser Betrachtung nicht um die Art oder Ursache der zur Wirkung gelangenden Kraft, sondern um die Gegend, von welcher aus der dem Schub entsprechende Druck ausgeübt wird.

Gemäß einer Aeußerung, die wir im I. Band des „Antlitz" (pag. 180) finden, kann dieses Gebirge gedacht werden als bestehend aus zwei einseitigen Ketten, welche von Südwest her aneinander gerückt sind. Diese Anschauung schien damals im Zusammenhange zu stehen mit dem Versuch, die Stellung großer Vulkane mitten im Gebirge zu erklären, insofern ja eine solche Position nach den ursprünglichen Vorstellungen des Autors über die Rolle vulkanischer Ausbrüche auf der Innenseite der Ketten als eine „ausnahmsweise" erschien. Vielleicht konnte eine solche Ausnahme ihre Bedeutung verlieren, wenn man die Stellung jener Berge als theoretisch zwischen zwei Ketten gelegen auffassen dürfte.

Es ist übrigens festzustellen, daß hier (auf derselben Seite) ausdrücklich die dem Taurus zugekehrte Flanke des Kaukasus, also dessen Südflanke als Innenseite des Gebirges erwähnt wird.

Im weiteren Verlaufe der Untersuchungen des Autors handelte es sich dann aber hauptsächlich darum, das genannte Gebirge nicht mehr bloß an sich, sondern auch in seinen Beziehungen zu anderen Ketten zu betrachten. Den ersten Entwurf für die Erläuterung dieser Beziehungen finden wir bereits im zweiten Teil des ersten Bandes des „Antlitz", also dort, wo auch die ersten später verbesserten Ansichten über die Anden enthalten waren.

Nach der in diesem Abschnitte vertretenen Auffassung [1]) bildet der Kaukasus ein Bindeglied zwischen dem Paropamisus und den Alpen. Der afghanische Paropamisus würde sich danach quer durch Turkestan, den ostkaspischen Balchan über den Kaukasus nach der Krim, dem Balkan, über das östliche Serbien nach dem Banater Gebirge und von dort durch die Karpathen nach den Alpen fortsetzen. Während aber, so schrieb ich in meinem bereits citierten Referat (l. c. pag. 56) „der Paropamisus, entsprechend den anderen asiatischen Bögen, seine Außenseite im Süden hat, besitzen die europäischen Teile dieses im einzelnen wieder vielfach umgewendeten Bogens (Alpen, Karpathen, Balkan) ihre Außenseite im allgemeinen im Norden, abgesehen von den südwärts gewendeten transsilvanischen Gebirgen, welche aber, wie ein Blick auf die Karte lehrt, die Einheitlichkeit dieser Außenseite nicht beeinträchtigen. Im Kaukasus scheint sich dagegen die Umstülpung der Außenseite des großen Kettengebirges Alpen-Paropamisus zu vollziehen." „Wer also" (so fuhr ich fort) „etwa dem Manytsch entlang vom kaspischen See nach dem Pontus reist und dabei, wie bekannt, Mühe hat, die Wasserscheide in diesem merkwürdigen Tallauf zu fixieren, begibt sich, ohne es zu merken und ohne das Gebirge zu überschreiten, aus dem innern Bezirk eines großen Kettensystems in das jenseitige Vorland dieser Ketten"!

Wer aber noch außerdem festhalten will, daß, wie einige Zeilen weiter oben erwähnt wurde, die Ketten des Kaukasus nach Suess von Südwest her bewegt wurden und daß sie unter diesem Gesichtspunkt nach der ursprünglichen Hypothese ihre Außenseite (bezüglich also ihr Vorland) ausschließlich im Nordosten, das ist auf der Seite des Manytsch haben, kommt aus der Verwicklung von Vor-

---

[1]) Siehe I. Band, 8. Abschnitt, pag. 597 etc.

stellungen, die sich hier ergibt, wohl schon jetzt nicht ganz leicht heraus.

Am Beginn seines dritten Antlitz-Bandes [1]) sagt indessen Suess, daß bei Abfassung seiner älteren Darstellung die Verhältnisse Asiens noch nicht genügend bekannt gewesen seien, um die richtigen Leitlinien für den Zusammenschluß der betreffenden Bögen mit Sicherheit zu ermitteln, und eine Seite vorher (l. c. pag. 9) spricht er es schlankweg aus, daß der Kaukasus die Aeste des Tianschan „mit den jüngeren Leitlinien Mitteleuropas verbindet.“ Damit kommt also jedenfalls der (wohl natürlicher mit dem persischen Alburs zu verbindende) Paropamisus für einen engeren Anschluß an den Kaukasus aus dem Spiel.

Im letzten Band [2]) begegnen wir dann nochmals der Auffassung, daß ein stärkerer Ast des Tianschan, bezüglich der westlichen Altaiden zum Kaukasus zieht [3]) und es wird gesagt, daß er damit „an die südliche Seite des Asow'schen Horstes“ gelangt. „Von dieser Stelle an“, so heißt es weiter, „wendet sich die Faltung gegen Nord, indem sie die bisherige südliche Faltung der asiatischen Bögen verläßt, und zugleich tritt einer der Randbogen Asiens, die Dinariden, in großer Breite herein, nimmt den Raum bei Cypern, Kreta und dem Adriatischen Meer ein, drängt sich zwischen Alpen und Apennin und behält im Gegensatz zu den Altaiden die asiatische gegen Süd gerichtete Faltung bei“.

Es mag hierzu die damit übereinstimmende Aeußerung im „Antlitz“, III/2, pag. 2 verglichen werden. Dort heißt es, die bis dahin gegen Süd gefalteten Ketten der Altaiden seien in der Gegend des Asow'schen Horstes gegen Nord gefaltet, und diese „Wendung“ sei um so auffallender, als die Dinariden im Süden die asiatische Faltung gegen Süden auch in Europa beibehalten.

Man ersieht hieraus, daß zwar gegenüber der ursprünglichen Meinung des Autors später eine andere Verbindung der betreffenden Gebirgszüge hergestellt wurde, daß aber die Bedenken, welche man betreffs der merkwürdigen Umstülpung der Faltung, bezüglich betreffs des Wechsels von Innenseite und Außenseite beim Kaukasus hegen konnte, von Suess nicht als genügend schwere gewertet wurden, um über diesen Punkt eine Erläuterung zu geben [4]). Das Verhalten des Kaukasus

---

[1]) III/1, pag. 10.

[2]) III/2, pag. 727.

[3]) Wir wollen die Auseinandersetzungen dieses Abschnitts der heutigen Darstellung nicht unnötig durch Einschaltungen verlängern, welche uns zwar durch die Erwähnung verschiedener Gebirge hier nahegelegt erscheinen, aber abseits vom nächsten Zwecke unserer Ausführungen liegen würden. Sonst ließe sich betreffs der Verknüpfung des Kaukasus mit dem Tianschan und den Altaiden noch manche Frage aufwerfen, für welche sich bei Suess keine ausreichende Antwort findet. Keinesfalls scheint der Tianschan mit den älteren Altaiden vollkommen vergleichbar zu sein, da sich bei ihm die Gebirgsbildung bis in die jüngeren, ja sogar jüngsten Zeiten hinein fortgesetzt haben soll („Antlitz“, Bd. I, pag. 602). In dieser Beziehung wäre gegen seine Verknüpfung mit dem Kaukasus weniger einzuwenden als gegen eine solche mit den eigentlichen Altaiden, sofern die Kennzeichnung des letzteren als vorpermisches Gebirgssystem eine Berechtigung hat.

[4]) Dennoch wäre eine solche Auseinandersetzung schon aus dem Grunde erwünscht gewesen, weil die Ansichten des Autors über die Beziehungen der

wird nur „auffallend“ gefunden, weil es im Gegensatz zu dem der Dinariden steht und nicht wegen der Umkehrung von Außen- und Innenseite eines Gebirgssystems. Und doch kann man es Mangels einer solchen Erläuterung niemandem verübeln, wenn er sich angesichts einer derartigen Frontveränderung immer wieder frägt, welchen Zweck es eigentlich habe, von Außen- oder Innenseite von Gebirgen zu reden, bezüglich von Vorländern und Rückländern, mit welchen Worten namentlich später die den betreffenden Gebieten entsprechenden tektonischen Begriffe vielfach bezeichnet wurden.

Das heißt, soweit man hier noch von sicheren Begriffen sprechen kann. Wir erfahren ja („Antlitz“, III/2, pag. 717), daß Vorländer gleichzeitig Rückländer sein können [1]). Nun sind vorn und hinten allerdings relative Bezeichnungen und ein und dasselbe Gebietsstück, das zwischen zwei Ketten liegt, kann in der Tat für den Wanderer, der diese Ketten durchquert, als vor der einen und hinter der anderen liegend bezeichnet werden, und wenn dann der Wanderer zurückkommt, wird für ihn vorn, was früher hinten war. Aber im Sinne der ursprünglichen Theorie von Suess darf man nicht vergessen, daß den Vorländern und Rückländern verschiedene Funktionen bei der Gebirgsbildung zugedacht waren und daß ein Senkungsfeld, wie es die Theorie für das Rückland bezüglich die Innenseite eines Gebirges verlangt, nicht gleichbedeutend sein kann mit einem alten, stehen gebliebenen Horst, der im Vorlande, bezüglich auf der Außenseite der Kette eine Rolle zu spielen hat. Wenn es also geschehen kann, daß („Antlitz“, III/2, pag. 158) ein Gebirge, wie das von den ligurischen Alpen gesagt wird, zwischen zwei Senkungsfeldern liegt, so liegt es nach der ursprünglichen Theorie zwischen zwei Rückländern und hat ein Vorland nur auf Grund der Nachsicht, welche bei der Anwendung solcher Worte geübt wird.

älteren Altaiden zu den als posthume Altaiden gedeuteten Alpen (vgl. oben pag. [104]) manchem in dessen Gedankenwelt weniger eingeweihten Leser nicht ganz klar erscheinen dürften.

Es wurde uns allerdings gesagt („Antlitz“, III/2, pag. 720), daß die variscischen Leitlinien der mitteleuropäischen älteren Gebirge „nicht gar zu sehr von jenen der Schweizer Alpen abweichen, so daß die Alpen als posthume Altaiden bezeichnet werden durften.“ Aber in dieser etwas verklausulierten und keineswegs mit schlagender Sicherheit gegebenen Bezugnahme wird man den Nachweis einer genetischen Verwandtschaft der beiden Gebirgssysteme doch nur mit Mühe finden. Da nun aber die echten Altaiden nach Süden, die Alpen jedoch nach Norden bewegt sein sollen, was an sich für Suess in anderen Fällen keine tektonische Verwandtschaft bedeutet, so wäre gerade über die Region, wo sich die Wendung der Bewegung vollziehen soll, nämlich über den Kaukasus, mehr zu sagen nötig gewesen als wir bei Suess zu hören bekommen Wenn zwischen den Alpen und den Dinariden ein wesentlicher Unterschied konstruiert und derselbe auf die angeblich entgegengesetzte, hier asiatische, dort europäische Faltung gegründet wird, dann besteht doch zwischen den Alpiden und den asiatischen Altaiden zum mindesten ein gleicher Gegensatz und wenn durch die Verhältnisse des Kaukasus dieser Gegensatz für unser Verständnis ausgeglichen werden soll, dann hätten diese Verhältnisse näher beleuchtet werden müssen.

[1]) Von der nordchinesischen Scholle wird dort ausgesagt, daß sie am Hoangho stauendes Vorland, aber zugleich im Osten Rückland für die Faltenzüge von Shansi sei.

Den, wie wir es nennen wollen, Undeutlichkeiten gegenüber, welche bei dieser Praxis entstehen, können wir über die „schwebenden“ Vorländer („Antlitz“, III/2, pag. 189 und 190) leicht hinweggleiten. Wir müssen nur noch einmal kurz darauf zurückkommen, daß sich auch der Grund der Ozeane als „überflutetes“ Vorland verhalten kann. („Antlitz“, III/2, pag. 581 und 692.) Mit einer solchen Annahme lassen sich jedenfalls alle die früher erwähnten Unzukömmlichkeiten beseitigen, welche aus dem Umstande zu entstehen schienen, daß manche Gebirgsbögen mit ihrer konvexen Außenseite an das Meer grenzen.

Insofern nun aber einmal, worüber man schwer hinwegkommt, die Vorländer die alten Horste sein sollen, an denen sich die Gebirgsfaltung staut, möchte man sich an Bittners Auseinandersetzung[1]) erinnern, wonach bei Suess eigentlich alles, einschließlich der Meeresböden Horst ist und daß deshalb der Begriff Horst ungenügend definiert sei. Wenn aber ferner (vgl. „Antlitz“, III/2, pag. 670 und 776) die ozeanischen Tiefen (nebst den später noch zu erwähnenden Vortiefen) „Aeußerungen der Senkung“ und wenn die Ozeane infolge solcher Senkung tiefer geworden sind, dann sind eben solche Vorländer (bezüglich Horste) zugleich Senkungsfelder. Wir sehen auch aus den einige Zeilen weiter oben gegebenen Citaten, daß dies nach den späteren Anschauungen von Suess ganz gut möglich ist.

Es soll das ja alles zunächst nur gesagt werden, um zu zeigen, wie weit sich in der Sache selbst die Ansichten, die der Meister in späteren Jahren ausgesprochen hat, von dem Standpunkt, der in der Entstehung der Alpen und vielleicht noch einige Zeit nachher vertreten wurde, entfernt haben. Vielleicht hätte Suess aber nicht bloß die alten Anschauungen, sondern auch die dem früheren Standpunkte angepaßten Worte und Bezeichnungen fallen lassen sollen, da deren Bedeutung gar zu elastisch geworden ist. Ich meine das nicht gerade unbedingt, weil man ja bei Einzelbeschreibungen diese Worte noch immer verwenden kann, aber im Zusammenhange mit der allgemeinen Theorie hat der Wert derselben jedenfalls viel eingebüßt.

Es stellt sich überdies bei der Durchsicht des „Antlitz“ heraus, daß man bei der Erklärung der Faltenbildung schließlich auch ohne die Existenz fremdartiger Horste auskommt, wie sie die Vogesen, der Schwarzwald oder die böhmische Masse den Alpen gegenüber darstellen sollten, um hier an einige für die betreffende Vorstellung als typisch geltende Beispiele zu erinnern. Der Autor spricht es nämlich ausdrücklich aus, daß manchen Ketten das Vorland überhaupt fehlt[2]).

Sehr bezeichnend in dieser Hinsicht ist auch eine schon in der ersten Abteilung des 3. Bandes (pag. 247—248) enthaltene Stelle, wo von innerasiatischen Gebirgsketten die Rede ist. Es heißt dort: „In diesen gedrängten Faltensystemen besitzen auch die einzelnen Ketten nicht jenen Grad von Individualisierung, welchen man bei dem Kaukasus

[1]) Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1887, pag. 413—417.
[2]) „Antlitz“, III/2, pag. 250.

und ähnlichen Ketten antrifft, und so kommt es, daß wir z. B. im Nan-schan hinter einander Ketten bald von Gneis und bald von sedimentären, z. B. karbonischen Sedimenten treffen, welche man begreift, sobald sie als zusammengehörige Wellen einer gemeinsamen Bewegung aufgefaßt werden, deren verschiedenartige Zusammensetzung aber unverständlich wird, sobald man sie gesondert betrachten will. Diese Gemeinsamkeit der Bewegung bringt es mit sich, daß innerhalb dieser Ketten der Gegensatz zu einem fremden und anders gebauten Vorlande fehlt, welcher in den Alpen und im Himalaya vorhanden ist. Es ist der Gegensatz zwischen den Wogen der offenen See und der Brandung am Ufer".

Hier gibt es also kein stauendes Hindernis mehr und die Wellen oder Ketten bilden sich doch.

Wir müssen aber bei dem gewiß hochpoetischen Vergleich, welchen Suess hier vorgeführt hat, noch einen Augenblick verweilen, denn dieser Vergleich hat eigentümliche Konsequenzen, wenn man sich für die Auftürmung der betreffenden Gebirgsketten im Sinne der ursprünglichen Theorie des Autors nach der Ursache dieses Vorganges frägt. Bei den Wogen der offenen See ist es der Wind, der ihre Auftürmung bewirkt, also ein von außen kommender Impuls.

Vielleicht finden wir die Antwort auf die gestellte Frage einige Seiten später (l. c. pag. 250). Dort heißt es: „Um ein annäherndes Bild der Gestaltung zu geben, die sich hier entwickelt, stellen wir uns vor, der ganze im Südwesten vorliegende Teil Asiens sei von Wasser bedeckt. Vom Irtysch her oder vom Tarbagatai erfolge ein Anstoß, und zwar in der Richtung gegen Südwest. Zahlreiche und lange Wellenberge[1]) entstehen hintereinander; sie sind anfangs mehr oder minder konvex gegen Südwest gerichtet, wie die Aeste des Tianschan es zeigen. Sie breiten sich aus und verlängern sich und entfernen sich von einander, wo sie Raum finden und türmen sich auf, wo der Raum enger wird, wie im Nan-schan. Sie ziehen bald starr und gerade an Hindernissen vorüber wie im Tsin-ling-schan, fortwährend seitliche Verlängerung suchend, oder sie werden durch die Hindernisse gebeugt und abgelenkt. — Diese Falten oder Wellen fassen wir zusammen als die „Altaiden".

Wie man sieht, geht der Anstoß zur Bildung jener denen des freien Ozeans vergleichbaren Wellen (welche nichts weniger sind als die Altaiden, denen bei Suess eine so große und über mehrere Kontinente ausgedehnte Rolle zugedacht wird), so ziemlich von einem Punkte oder einer engbegrenzten Region aus, womit auch die anfängliche Konvexität der Wellen in der Richtung des Anstoßes überein-

[1]) Das Bild von den Wellen ist ein bei Suess sehr beliebtes. Vgl. z. B. Entst. d. Alpen, pag. 45 und 72. Natürlich muß, wer es anwendet, sich bewußt bleiben, daß bei Wellen sich nur die Bewegung fortpflanzt, die Massen jedoch, welche von der Bewegung ergriffen werden, im Wesentlichen den Ort nicht verändern, wie jedes wogende Kornfeld zeigt. Ob jedoch dieser Gesichtspunkt bei der Anwendung der Hypothese vom einseitigen Schub überall berücksichtigt wurde, bleibe dahingestellt. Schon in dem Aufsatz über die italienische Halbinsel ist von der geringen Stabilität der Gebirge die Rede gewesen und seitdem ist noch manches über die Ortsveränderung der Gebirgsmassen behauptet worden.

stimmt. Die Idee des einseitigen tangentialen Schubs bleibt bei dieser Vorstellung allerdings gewahrt, aber ebensowenig wie ein stauendes Vorland wird uns hier eine sich senkende Scholle bezeichnet [1]), von der der Stoß ausgegangen wäre und für diesen Stoß selbst wird man einigermaßen doch wieder an jenen von außen her wirkenden Impuls erinnert, den Löwl als ex coelo kommend bezeichnet hat. Diese eigentümliche Vorstellung schimmert bei Suess immer wieder durch.

Wenn wir in großem Maßstabe bei den Wellen der Altaiden sehen, daß für die späteren Ansichten von Suess alte Horste und dergleichen als Stauungsursachen für die Faltung nicht mehr erforderlich sind, weil eben in diesem Falle ein Impuls von der anderen Seite her genügt haben soll, die Wellen zu erzeugen, so haben wir gemäß den Ausführungen des „Antlitz" auch noch in einem anderen und vielleicht auch etwas anders gearteten Falle Gelegenheit, uns von der Entbehrlichkeit der alten Horste für die Theorie der Gebirgsfaltung zu überzeugen. Dieser Fall betrifft das Auftreten der von Suess sogenannten Parmas.

Diese Parmas sind „vorliegende Falten, welche die Abnahme der Faltung gegen die Ebene bezeugen", als deren Typus die den Ural an dessen westlicher Außenseite begleitenden mit der Entfernung vom Hauptgebirge immer schwächer werdenden Falten hingestellt wurden. Von ihnen sagte uns Suess [2]), daß sie „nur vor solchen Gebirgen erscheinen können, denen ein ihnen gleichartiges Land vorliegt. Würde fremdes Tafel land vorliegen, so gäbe es keine Parmas". Im 3. Bande (vgl. z. B. III/1, pag. 442) wiederholt er dann bei Erwähnung der Parmas, daß trotz einer Stauung bei Ufa kein scharfer Gegensatz des Gebirges gegen das uralische Vorland besteht und fremde Horste dort nicht auftreten, und sowohl im I. Bande (pag. 717) als in der zweiten Abteilung des 3. Bandes (III/2, pag. 76) werden auch die Appalachen als Parmas bildend bezeichnet. In dem letzt erwähnten Schlußband (III/1, pag. 722) aber heißt es bei der Besprechung der Vortiefen, über die wir weiterhin noch einige Bemerkungen machen wollen, weil sie eine weitere Komplikation der ursprünglichen Theorie hervorrufen: „Nicht alle Faltengebirge besitzen Vortiefen, viele flachen aus oder bilden Parmas wie Ural und Appalachen".

Ich war also wohl im Recht, als ich schon in jenem bereits früher einige Mal erwähnten Referat (Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1885, pag. 57) darauf aufmerksam machte, daß die Aufstellung des Begriffes der Parmas eine ganz wesentliche Einschränkung der ursprünglichen Gebirgsbildungshypothese des Meisters bedeutete.

Eine solche Einschränkung oder doch Modifikation dieser Hypothese lag auch darin, daß nach der Meinung, die schließlich über die Anden infolge einer Korrektur früherer Vorstellungen aufgestellt wurde [3]), das argentinische Vorland (s. III/2, pag. 717) von der Anden-

---

[1]) Das ist hier natürlich im Sinne der Suess'schen Hypothese gesagt, denn im übrigen beibt es fraglich (vgl. später), inwieweit sinkende Schollen einen einseitigen Schub bewirken können.

[2]) „Antlitz", I. Bd, pag. 645.

[3]) Vgl. weiter oben (pag. [131]) die Auseinandersetzung über den Umtausch, der für die Anden mit den Bezeichnungen Vorland und Rückland vorgenommen wurde.

faltung mitergriffen worden sei. Insofern das betreffende argentinische Gebiet in diesem Falle den Anden gegenüber als ein fremdartiges aufgefaßt wurde, bietet dieser Fall allerdings kein vollständiges Analogon mit den Parmas, aber er zeigt doch, daß zwischen der Faltung eines Gebirges und der des angeblichen Vorlandes kein prinzipieller Unterschied zu bestehen braucht und daß auf diese Weise die Grenze zwischen Vorland und Faltengebirge verwischt werden kann.

Daß wir uns das stauende Vorland nicht überall so vorzustellen haben, wie wir es uns im sozusagen reinen Sinne der ursprünglichen Suess'schen Hypothese nach Art der böhmischen Masse oder des französischen Zentralplateaus denken müssen, ergibt sich übrigens auch aus einem Hinweis auf die Verhältnisse der Karpathen, auf die wir zwar früher schon in etwas anderem Zusammenhange hingewiesen haben, auf welche wir jedoch bei dieser Gelegenheit wieder zurückkommen müssen.

Dieses Gebirge ist ja zufolge der von Suess verschiedentlich geäußerten Ansicht[1]) über die ihm vorgelagerten sudetischen und polnischen Massen auf weite Strecken hinweg bewegt worden. Diese Massen bestehen allerdings aus älteren Ablagerungen. Aber für den mechanischen Vorgang der Stauung handelt es sich nicht sowohl um das Alter dieser Ablagerungen als darum, ob die letzteren eine Art Damm oder stauende Erhebung gebildet haben, welche der faltenden Bewegung der Karpathen an irgend einer Linie Halt zu gebieten oder doch Widerstand zu leisten im Stande war, den die gefalteten oder infolge dieses Widerstandes zur Faltung gezwungenen karpathischen Schichten hätten „überwältigen" müssen, wie der für solche Aktionen angewendete Ausdruck lautet. Dort, wo heute auf der Außenseite der Karpathen die Faltungen enden, welche bis weit in das flachere Vorland hinein (z. B. bei Kałusz) noch die miocänen Schichten der Salzformation betroffen haben, scheint ein solches, den karpathischen Bildungen fremdes Hindernis im allgemeinen nicht bestanden zu haben. Suess selbst hat schon in der „Entstehung der Alpen" (pag. 22) die gefalteten Massen der Bieskiden, welche nach seiner Auffassung über das flach unter dieselben hinabtauchende, den sudetischen Ablagerungen angehörige Steinkohlengebirge hinübergeschoben wurden, mit Wellen verglichen, „welche an einem flachen Strande auflaufen, und er fügte hinzu, denselben Eindruck erhalte man in Galizien bezüglich des Verhältnisses zwischen den Karpathen und den außerkarpathischen Massen, welche dort „nicht wie am Zentralplateau, in den Vogesen oder am Südrande der böhmischen Masse dem Kettengebirge steilere Abhänge zuwenden. Hier nun entfaltet sich der Nordsaum der Karpathen ohne ein stauendes Hindernis".

Zusammengehalten mit der bereits früher erwähnten Aeußerung von Suess („Antlitz", III/2, pag. 589), wonach ein Rückland nicht der Ausgangspunkt einer aktiven faltenbildenden Kraft zu sein braucht, werden dadurch allein die Annahmen der in Rede stehenden Hypothese wenigstens in dem Sinne hinfällig, daß dieselben einer be-

[1]) Vgl. z. B. „Antlitz", III/2, pag. 578, wo von Kettung durch Ueberwältigung die Rede ist.

stimmten Gesetzmäßigkeit nicht entsprechen. Es zeigt sich, daß man sowohl ohne Rückland wie ohne stauendes Vorland auskommt, wenn man die betreffenden Fragen bloß mit den Mitteln behandeln will, welche uns Suess dafür an die Hand gibt.

Noch eine andere Bemerkung jedoch kann ich bei dieser Gelegenheit nicht unterdrücken. Auch die Stauung der Alpen an einem dem alpinen Gebiete fremden Vorland wird zweifelhaft.

Wir wissen, und haben uns soeben wieder daran erinnert, daß Suess einen gewissen Unterschied zwischen den Karpathen und den Alpen betreffs des Verhaltens dieser Gebirge gegen ihr Vorland gemacht hat. Alle seine früheren Aeußerungen ließen auf die Vorstellung schließen, daß die böhmische Masse etwas dem Gebiete der Alpen völlig Fremdartiges sei, während die Karpathen in größerer oder geringerer Breite auf ihrem Vorland aufruhen sollten.

Es ist deshalb vielleicht nicht ganz ohne Interesse, zu erwähnen, daß Suess in seinem Schlußbande des „Antlitz" (III/2, pag. 228) sogar bezüglich der alten böhmischen Masse eine Fortsetzung derselben unter den Alpen zugesteht, wie sie zum Teil schon von älteren Autoren (Hochstetter, Hauer) angenommen, aber später, wie es scheint, angezweifelt wurde.

Schon die bekannte, vor etlichen Jahren durchgeführte Tiefbohrung bei Wels hatte erwiesen, daß der dortige, in der Nähe des Alpenrandes abgelagerte Schlier auf altkrystallinen Bildungen liegt, welche mit der böhmischen Masse übereinstimmen [1]).

Der eingehenden Auseinandersetzung, welche vor etlichen Jahren G. Geyer „über die Granitklippe mit dem Leopold von Buch-Denkmal im Pechgraben bei Weyer" gegeben hat [2]), in welcher auch die Frage nach der Herkunft der sogenannten exotischen Blöcke in den Karpathen und Alpen ausführlich behandelt worden ist, gelang es jedenfalls, die betreffende Ansicht von einem Zusammenhange der böhmischen Masse mit dem Untergrunde der nordalpinen Bildungeä zur vollen Anerkennung zu bringen [3]).

Es mag indessen denkbar sein, daß der Fall hier trotzdem etwas anders liegt als bei den Karpathen, wenn man geltend machen will, daß die böhmische Masse dort, wo sie in Böhmen selbst und in den benachbarten außeralpinen Teilen Oesterreichs auftritt, als alter Horst eine deutliche Erhebung den Alpen gegenüber bildet. Durch einen solchen Horst hätte ja im Sinne der ursprünglichen Hypothese von Suess in der Tat eine Stauung der Alpen bewirkt werden können, sofern nicht (worauf wir gleich zu sprechen kommen) durch die zwischen den Alpen und jenem Horst im Sinne der späteren An-

---

[1]) Hierzu vgl. noch „Antlitz", III/2, pag. 335 u. 717.

[2]) Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. Wien 1904, pag. 363—390. Vgl. dazu noch die weiteren Bemerkungen von Toula in denselben Verhandl. 1905, pag. 89 und Geyer ebendaselbst pag. 99.

[3]) Daß altkrystallinische Bildungen unter den Sedimentärgesteinen der nördlichen Ostalpen in der Tiefe vorhanden sein müssen, war ja von vornherein außer Zweifel. Es konnte sich also nur darum handeln, welchem petrographischen Typus dieselben (gemäß den an die Oberfläche gelangten Proben dieser Gesteine) angehören.

sichten desselben Autors gelegene Vortiefe eine unmittelbare Berührung der beiden Gebirgssysteme (wenn auch natürlich nicht der betreffenden Gesteine in den Tiefen) verhindert wurde. Vielleicht hat eine Stauung aber teilweise schon in der Region stattgefunden, welche ungefähr durch das Auftreten der obgenannten Klippe bezeichnet wird.

Für diese Region besteht jedenfalls eine gewisse Analogie zu dem Verhältnis, welches von Suess zwischen den Karpathen und der sudetischen Scholle angenommen wurde. Ist die letztere von den Karpathen „überwältigt" worden, so ist auch die böhmische Masse bezüglich deren südliche unter den Alpen gelegene Fortsetzung von den Alpen überwältigt worden, soweit man eben in beiden Fällen von einer Ueberwältigung sprechen darf. Jedoch, wie immer man dieses Verhältnis auffassen will, so sitzen oder ruhen heute die Ostalpen auch nach dem Zugeständnis von Suess auf einem Teil des zur böhmischen Masse gehörigen Gebietes. Derselbe sagt ja ausdrücklich, daß das vorpermische Vorland, bezüglich die böhmische Masse angesichts der Alpen zwar verschwindet, daß es jedoch eine Fortsetzung unter den Alpen findet [1]. Deshalb dürfte man es, nebenbei bemerkt, auffallend finden, daß jenes den Karpathen doch weit überlegene Hochgebirge nicht ebensolche Fernwirkungen bei seiner Entstehung ausgeübt hat, wie sie nach Suess bei der Entstehung der Karpathen sich an der Boskowitzer Furche bemerkbar gemacht haben [2].

Von Interesse für das Verständnis der Wandlungen, welche die ursprüngliche Hypothese unseres Altmeisters durchgemacht hat, mag auch sein, was er schließlich über die nordamerikanischen Gebirge ausgesagt hat.

Wir erinnern uns, daß die Außenseite der Gebirgsbögen nach welcher die Richtung des einseitigen Schubes gehen sollte, als konvex gedacht wurde. Nun lesen wir in der Abschiedsvorlesung von Suess (l. c. pag. 6), daß man von den Appalachen in der neueren Zeit gelernt habe, daß sie einen Bogen bilden, „welcher nicht wie die asiatischen und europäischen Ketten gegen die konvexe, sondern gegen die konkave Seite" gefaltet ist. Sie sind in der Richtung gegen das als Laurentia bezeichnete archäische Gebiet gefaltet, „welches die Mitte von Canada und einen Teil der Mitte der Vereinigten Staaten einnimmt". Im Westen von Laurentia herrschen aber ähnliche Verhältnisse. „Die große Cordillere, deren Verbindung mit dem nördlichen Asien allerdings noch nicht genau festgestellt ist," ist an ihrer Ostseite „gegen Ost, das ist gleichfalls gegen Laurentia gefaltet." So wird Nordamerika, wie es weiter heißt, „von beiden Seiten von konkav streichenden Faltenzügen umfangen." Im Sinne der ursprünglichen Hypothese würde die alte Laurentia die Rolle des die nach ihr gerichtete Faltung stauenden älteren Festlandes, bezüglich Vorlandes zu spielen haben, aber die Form der Bögen paßt in diesem Falle nicht in die Hypothese hinein.

---

[1]) „Antlitz", III/2, pag. 228.

[2]) Vgl. dazu das in der gegenwärtigen Darstellung auf pag. [70] Gesagte, nebst der ersten Anmerkung daselbst.

In ähnlicher Weise scheinen aber, wie wir nebenbei anmerken, die oben erwähnten Aussagen unseres Autors auch für eine andere Vorstellung desselben verhängnisvoll werden zu wollen. Der pacifische Küstentypus sollte sich doch, wie es anfänglich hieß, dadurch auszeichnen, daß die Faltung in der Umrandung des großen Ozeans allenthalben gegen den letzteren gerichtet wäre. Wir haben indessen weiter oben bereits erwähnen müssen, daß die südamerikanischen Anden nach der späteren Auffassung des Autors von diesem Gesetz eine Ausnahme bilden. Wenn wir dasselbe jetzt für die Cordillere des nordamerikanischen Westens feststellen müßten, deren Faltung an der Ostseite gegen Laurentia gerichtet ist, dann würde nahezu die ganze lange Ostseite des Pacific nicht mehr dem pacifischen Küstentypus zuzurechnen sein, außer wir entschließen uns bei der Kennzeichnung des pacifischen Küstentypus die Bedingung von der ausschließlich gegen den Ozean gerichteten Faltung ganz wegzulassen und uns für jene Kennzeichnung auf die Betonung der Umrandung des betreffenden Meeres durch Kettengebirge zu beschränken [1]).

Um aber noch ein weiteres Beispiel für die wechselnde Auffassung anzuführen, welche man in den Darlegungen unseres großen Autors betreffs der Bedeutung von Vorländern und Rückländern findet, so sei daran erinnert, daß Suess die Dinariden den Alpen gegenüber als Rückland bezeichnet hat [2]). Da nun die Rückländer anfänglich als Senkungsfelder gedacht waren und da es doch andrerseits ziemlich schwer ist, in jener Gebirgserhebung, zu welcher die sogenannten Dolomiten Südtirols von Suess gerechnet wurden, ein Senkungsfeld zu sehen, so kommt man auch bei dieser Betrachtung wieder zu der vorhin schon ausgesprochenen Ueberzeugung, daß sich mit den Worten stauendes Festland, Vorland, Senkungsfeld und Rückland eigentlich keine dem Sinne der ursprünglichen Hypothese von Suess entsprechenden Begriffe verbinden lassen, namentlich wenn man den heutigen Stand dieser durch die Deckentheorie gewiß nicht vereinfachten Angelegenheit überblickt.

Die Entwicklung derselben zeigt übrigens nur, wie ein Autor, der auf Grund einer anfänglich beschränkten Anzahl von Tatsachen oder Betrachtungen eine Gesetzmäßigkeit zu finden geglaubt hat, durch ein umfassendes weiteres Studium den Rahmen, in welchen er die Dinge bringen wollte, sprengt und zur Anschauung einer überraschenden Mannigfaltigkeit der Erscheinungen gelangt, die vorher weder ihm noch anderen recht zum Bewußtsein gekommen war. Daher soll es uns fern liegen, aus den Widersprüchen, die sich bei einer solchen Entwicklung zwischen den einzelnen Phasen derselben ergeben, Vorwürfe oder dergleichen abzuleiten. Nur vorübergehen an jenen Wider-

[1]) Daß auch der Versuch, das Verhalten der verschiedenen Stromsysteme für die Unterscheidung der verschiedenen Küstentypen zu benützen nicht gauz gelungen ist, wurde auch schon hervorgehoben Vgl. dazu und zu der obigen Bemerkung überhaupt die Seiten [98] — [99] der heutigen Darstellung.

[2]) Auf das verwickelte Problem des Dinariden soll etwas später noch näher eingegangen werden. Hier sei nur bemerkt, daß nach Suess („Antlitz“, III/2, pag. 229) die Fortsetzung der Alpen unter dem karnischen Gebirge und den Dinariden liegt.

sprüchen dürfen wir nicht, wenn die Arbeit eines genialen Mannes, die nur durch ein kritisches Eingehen auf dieselbe verständlich wird, nicht verloren gehen und uns trotz der begangenen Inkonsequenzen oder vielmehr gerade durch dieselben nützen soll.

Dieser Verlust würde uns aber schließlich bevorstehen, wenn man sich gewöhnen würde, die betreffenden tektonischen Schriften bloß im allgemeinen zu bewundern, dieselben aber, weil sie ihrer Unstimmigkeiten wegen und ohne Kommentar vielen nicht ganz verständlich sind, nicht mehr zu lesen, bezüglich ruhig beiseite zu legen, wie das freilich bei manchen zu großer Berühmtheit gelangten Werken (auch der sogenannten schönen Literatur) leider der Fall ist.

Die Vortiefen.

Noch verwickelter als durch die eigentümliche Handhabung der Worte Vorland, Rückland, stauendes Festland und Senkungsfeld hat sich das Problem der Gebirgsbildung im Sinne der Suess'schen Hypothese durch den im Schlußband des „Antlitz" erfolgten Zusatz zu dieser Hypothese gestaltet, welcher an das Wort „Vortiefe" anknüpft.

Eine strenge Definition des zu diesem Wort gehörigen Begriffes ist bei Suess allerdings nicht zu finden, was nach dem früher Gesagten (vgl. z. B. oben pag. [101]) nicht überrascht. Doch wird die Bedeutung der Vortiefen an einem Beispiel erklärt, welches sich auf den nördlichen pacifischen Ozean bezieht. Es heißt in dem Schlußband (III/2) auf Seite 581, daß, wenn man die Wasserbedeckung jener Region entfernen könnte, man ein weites Land vor sich hätte, etwa 3000—4000 *m* unter dem heutigen Meeresspiegel. Vor den gefalteten Bögen der Umgebung aber „würden langgestreckte, allerdings nicht völlig regelmäßige Streifen des Landes liegen, die noch um 2000, 3000 und sogar 5000 *m* tiefer wären als das weite neuentblößte Land".

Diese Streifen sind offensichtlich die Vortiefen.

Das „entblößte Land", so heißt es bei Suess weiter, „ist das Vorland. Der äußere Rand der Vortiefe ist der bogenförmige Rand einer Senkung der Lithosphäre und der innere Rand der Vortiefe ist der Außenrand des Faltengebirges, welches vom Lande her über diese Tiefe getreten ist". Wir erfahren überdies, daß die Vortiefen nichts mit tektonischen Synklinalen zu tun haben, aber doch in enger Verbindung mit den Falten stehen (III/2, pag. 721—722). Als Ergänzung zu diesen Aeußerungen kann man dann noch die Bemerkung auf Seite 335 desselben Bandes heranziehen, wo die Vortiefen als Grenzen Asiens bezeichnet werden und wo gesagt wird, daß die größten Meerestiefen als langgezogene Furchen vor dem Außenrande der pacifischen Bögen sich befinden.

Vielleicht wesentlich deutlicher als durch jene Darstellung, welche speziell (laut Inhaltsangabe des betreffenden Kapitels) zur Erläuterung des hier neu eingeführten tektonischen Begriffes bestimmt war, wird die Sache durch einige andere Beispiele.

Als das fremde Vorland des Himalaya, der ja gemäß der Auffassung von Suess gegen Süden bewegt ist, gilt die ostindische Halbinsel, an welcher sich der Himalaya gestaut haben soll [1]). Aber zwischen diesem fremden Vorlande und dem mächtigen Gebirge liegt eine tief eingesenkte, von jungen Bildungen ausgefüllte Niederung, die bengalische Vortiefe.

Analog diesem Verhältnis ist dasjenige zwischen den Alpen und deren Vorlande, der böhmischen Masse. Zwischen beiden liegt eine ebenfalls von jüngeren Bildungen ausgefüllte Depression. Auf Alpen und Karpathen wird nun (III/2, pag. 335, unten) der Begriff der Vortiefe betreffs der Beziehung dieser Gebirge zu den Vorländern übertragen und wir hätten demnach in dieser Depression eine solche Vortiefe zu erblicken [2]).

Ein weiteres Beispiel stellen die „in das atlantische Gebiet vordringenden Cordilleren der Antillen" vor. Dieselben haben auf ihrer Außenseite (vgl. „Antlitz", III/2, pag. 525) eine ganz bedeutende Vortiefe, bei der es sich, wie Suess bemerkt, um Tiefen handelt, wie sie sonst im atlantischen Ozean selten sind.

Wenn man noch einige weitere Aeußerungen des Autors über das Problem der Vortiefen hervorheben will, so sei zunächst auf Seite 336 des erwähnten Schlußbandes verwiesen, wo es heißt, daß die Tiefen das Absinken des Vorlandes unter die jungen Falten bedeuten, oder es sei auf Seite 670 aufmerksam gemacht. Dort lesen wir (was übrigens früher schon in einem anderen Zusammenhang erwähnt werden durfte), daß ozeanische Tiefen und Vortiefen Aeußerungen der Senkung seien, und zwar der Senkung durch Verminderung des planetarischen Volums, nicht in Verbindung mit eingebrochenen Hohlräumen. Die tangentiale Kraft jedoch trage ihren „Ueberschuß in bogenförmigen Falten in und über die gesenkte Vortiefe".

Die letzt erwähnte Bemerkung erscheint wichtig, weil sie andeutet, daß nach der Meinung des Autors das Absinken der Vortiefen vor oder doch keinesfalls nach der faltenden Bewegung erfolgt ist, während die Stylisierung der kurz vorher erwähnten Aeußerung auf Seite 336 das Mißverständnis hervorrufen könnte, als ob das Vorland nachträglich unter die jungen Falten herabgesunken wäre.

Der so eben vertretenen Auffassung widerspricht es auch keineswegs, wenn wir an einer anderen Stelle („Antlitz", III/2, pag. 692) bei Suess lesen, daß die Vortiefen des pacifischen Gebietes jünger als der Pacific sind, denn bei dem großen Alter, welches diesem Ozean zugeschrieben wird, würde dieser Umstand im Vergleich mit dem Alter der zu den Vortiefen gehörigen Ketten keine Rolle zu spielen brauchen.

---

[1]) „Antlitz", III/2, pag. 726.

[2]) Vgl. den Vortrag von Suess in den Mitt. d. Wiener geol. Ges., 6. Bd., 1913, pag. 53. Wer diesem Vortrag zugehört hat, weiß, daß diese Depression als Vortiefe aufgefaßt wurde. Unter den jungtertiären Schichten derselben wurden bekanntlich bei einer Bohrung erst in etwa 1000 *m* Tiefe Gesteine der böhmischen Masse gefunden. Vgl. oben pag. [140].

Wir erkennen also, daß die stauenden Festländer oder die (eventuell ozeanischen) Gebiete, welche im Suess'schen Sinne deren Aufgabe zu übernehmen hatten, schon ursprünglich von den sich faltenden Gebirgszügen getrennt waren. Nur bezüglich der Bedeutung jenes „Ueberschusses" der faltenden Kraft, welche letztere somit in zwei (ihren Funktionen nach verschiedene?) Teile zerfallend gedacht wird, werden wir wieder im Dunkeln gelassen. Oder sollen wir uns denken, daß die teilweise schon durch die tangentiale Kraft gefalteten Massen bei der Fortdauer der Faltung in die Vortiefe hinunter gleiten? In diesem Falle wäre es wenigstens teilweise die Schwerkraft, welche die „in und über die Vortiefe" gleitenden „bogenförmigen Falten" hervorruft. Das käme auf die Reyer'sche Glutfaltung hinaus.

Gleichviel jedoch, ob man den Begriff der Vortiefen für nach jeder Richtung ausreichend definiert hält oder nicht, immerhin liegt in der Betonung des Auftretens solcher Tiefen in den angegebenen Positionen der Ausdruck eines genialen Gedankens vor, der ein neues Element in die tektonischen Betrachtungen bringt. Die Frage läßt sich aber nicht abweisen, in welcher Weise dieser neue Gesichtspunkt sich mit den sonstigen Anschauungen verträgt, denen wir in den Schriften von Suess begegnet sind.

Wenn nach der darin aufgestellten Theorie das Rückland der Gebirgsbögen ein Senkungsfeld sein soll und wenn die Vortiefen vor den Bögen ebenfalls Senkungen entsprechen, so stehen die betreffenden Gebirgsketten streng genommen zwischen zwei Senkungsfeldern. Da würde also der Fall, welchen wir schon früher für die ligurischen Alpen einer Aussage von Suess entsprechend hervorgehoben und auffallend gefunden haben, sich öfters wiederholen.

Greifen wir auf die ursprüngliche Ansicht von Suess über die Senkungsfelder zurück, wie sie nicht bloß in der „Entstehung der Alpen", sondern auch noch im ersten Bande des „Antlitz" zum Ausdruck kam, so würden die Senkungsfelder auf der konkaven Innenseite der Ketten direkt Einbrüchen entsprechen, während, wie jetzt schon wiederholt gesagt werden mußte, die Falten auf der Außenseite der Gebirge ein stauendes Hindernis in vielen Fällen nicht fanden. Nun konnte sich schon Franz v. Hauer[1]) kein klares Bild von der Möglichkeit machen, daß der Schub in einem sich faltenden Gebirge auch dann noch andauern soll, „wenn von der Innenseite, von welcher derselbe ausgeht, eine Senkung der Massen in die Tiefe das Widerlager der Stauung entfernt hat". Später fand Löwl[2]) es auffallend, daß die konkave Rückseite der Gebirge nach Suess bei dem von ihr herkommenden Schub durch eine zerrende Kraft zerrissen werden sollte, um dem flüssigen Magma der Vulkane das Hervortreten zu ermöglichen. Er meinte, daß z. B. eine südwärts gezerrte Scholle doch keinesfalls einen nordwärts gerichteten Schub bewirken könne.

[1]) Vgl. das bereits früher mehrmals citierte Referat in den Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1883, pag. 185.

[2]) Geologie, pag. 173. Dieser Autor scheint hier wieder besonders die von Suess in den „Heilquellen Böhmens" gegebene Darstellung im Auge gehabt zu haben.

Ich selbst aber habe schon früher (d. h. noch vor dem Erscheinen des „Antlitz“) diese Einwände noch drastischer ausgedrückt, indem ich (nur auf die „Entstehung der Alpen“ Bezug nehmend) sagte [1]), es sei schwer, „sich ohne besondere Zutat einen Druck vorzustellen, der gewissermaßen von einem Loch ausgeht und dann auf eine feste unnachgiebige Scholle wirkt in der Art, daß die Massen zwischen dem Loch und der festen Scholle zu Gebirgen aufgetürmt werden“.

Wenn man bei diesem Bilde bleiben wollte, so würde sich nunmehr im Hinblick auf die Vortiefen ergeben, daß die Faltung, die bezüglich des ihr zu Grunde liegenden Druckes von einem Loch ausging, sich an einem anderen Loch gestaut hat.

Nun aber zeigt sich allerdings, worauf in diesen Seiten schon hingewiesen wurde, daß der Gedanke von Zusammenbrüchen im Verlauf der späteren Studien von Suess manche Einschränkung erfahren hat. Beispielsweise hat ja der Autor des Schlußbandes des „Antlitz“ bei Besprechung der Schweremessungen die von Manchen vermutheten unterirdischen Massendefekte in Abrede gestellt und damit auch der Idee von der Macula, die er im ersten Bande (vgl. oben) aussprach, einen Stoß versetzt. Ueberdies wird ja gerade in dem jetzt besprochenen Falle die Senkung der Vortiefen nicht einem Einsturz, sondern der Kontraktion zugeschrieben und ist dann auch genau betrachtet nicht als wirkliche, sondern nur als scheinbare Senkung aufzufassen. Deshalb könnte man auch die Senkungen auf der Innenseite der betreffenden Ketten (bei nachträglicher Korrektur der Ansichten des Autors) als eine durch Kontraktion bedingte ansehen. Man könnte sich weiter vorstellen, daß die Vorgänge bei dieser Kontraktion in irgend welcher Art einen Druck auf das inmitten der beiden Pseudo-Senkungen gelegene, zu faltende Gebiet ausübten. Das käme schließlich auf etwas ähnliches wie die isostatische Theorie von Dutton hinaus. Der einseitige Schub wäre allerdings dabei ausgeschlossen, aber wenigstens die seltsame Vorstellung von der Zusammenpressung einer Gebirgsmasse durch zwei Hohlräume wäre dann vermeidbar.

Jene Theorie wird jedoch, wie weiterhin noch kurz besprochen werden soll, von Suess abgelehnt und demnach bleibt im Sinne von dessen Ansichten die Notwendigkeit bestehen, die Hohlformen oder Tiefen, durch welche die sich stauenden Ketten von den stauenden Vorländern getrennt werden, als ein die Faltung bewirkendes Hindernis der Bewegung zu erkennen, zumal wir ja aus einem der etwas weiter oben angeführten Zitate erfahren, daß die tangentiale Kraft ihren Ueberschuß in bogenförmigen Falten in diese Hohlformen hineinträgt. Daraus ginge doch, wie vorher schon angedeutet, hervor, daß die Hohlformen, bezüglich die Vortiefen der einseitigen Faltung gegenüber als präexistierend aufzufassen wären und nicht etwa nachträglich nach vollbrachter Stauung gebildet sind.

Es ergeben sich also hier allerhand Schwierigkeiten. Ich habe indessen gelegentlich der Diskussion mit einem treuen Anhänger der Suess'schen Ideen den Eindruck erhalten, daß sich die Vertreter der,

---

[1]) Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1882, pag. 729, in der zweiten Folge meiner Bemerkungen über die Bildung von Querthälern.

um mich so auszudrücken, orthodoxen Exegese jener Ideen nicht so leicht entwaffnen lassen. Ich will deshalb mit einigen Worten noch auf einen Gesichtspunkt eingehen, dessen Beleuchtung vielleicht noch eine Ergänzung zu der obigen Betrachtung zu bieten vermag.

Wenn nämlich Jemand die Bedenken, welche aus dieser Betrachtung für die Suess'sche Hypothese erwachsen, dadurch vermindern wollte, daß er die Abgründe, bis zu denen nach der Schilderung von Suess die Vortiefen reichen, als bedeutungslos hinstellen und sagen wollte, daß die Vorgänge bei der Stauung und dem Schub sich in abyssischen Regionen, unter dem Basisniveau der Vortiefen abgespielt haben könnten, so daß die stauenden Festländer trotz der trennenden Vortiefen ihre von der Theorie verlangte Funktion hätten ausüben können, so stünde einem solchen Versuch zunächst eine Meinungsäußerung von Suess selbst entgegen. In der „Entstehung der Alpen" (pag. 84) schreibt dieser ausdrücklich, daß „die Stauung der Alpen an und für sich nur eine den oberen Zonen des Erdkörpers angehörige Erscheinung sein kann".

Freilich könnte man wieder sagen, das Wort obere Zone entspreche unter Umständen einem sehr weiten Begrifte.

Läßt man sich also trotz jener Aeußerung nicht abhalten, den bewußten Stauungsvorgang dennoch in sehr große Tiefen zu verlegen (und auch für diese Auffassung gibt es vielleicht in gewissen Aeußerungen bei Suess einen Anhaltspunkt), so entsteht wieder die Frage, wozu man sich mit solchen Oberflächenerscheinungen, wie es zum Beispiel die böhmische Masse oder die vorderindische Halbinsel sind, bei derartigen tektonischen Spekulationen überhaupt noch abgibt. Was sich von diesen Vorlandsmassen über das Basisniveau der Vortiefen erhebt, spielt ja dann bei der Stauung kaum noch eine Rolle. Noch weniger bedeuten natürlich die paar hundert Meter Seehöhe, durch welche z. B. die böhmische Masse sich im Relief Mitteleuropas als Horst repräsentiert. Mit den durch sehr bedeutende Vortiefen von den gefalteten Ketten getrennten stauenden Festländern, mit den alten Horsten oder mit den durch den etwas weniger tiefen Ozean überschwemmten Vorländern ließe sich in der Tat dann gar nichts mehr anfangen.

Die Idee vom einseitigen tangentialen Schub in Verbindung mit dem dafür in Anspruch genommenen Apparat von Nebenbegriffen, hat, wie man sieht, auch durch die Hinzufügung der Vortiefen zu diesem Apparat an Wahrscheinlichkeit nicht gewonnen.

Schließlich sei indessen bemerkt, daß die Vortiefen keinen unentbehrlichen Bestandteil der Theorie in ihrer späteren Gestalt bilden. Wir erinnern uns an den in einem anderen Zusammenhang schon einmal angeführten Satz: „Nicht alle Faltengebirge", so heißt es im Schlußband des „Antlitz" (pag. 722) „besitzen Vortiefen. Viele flachen aus und bilden Parmas".

Von einer bestimmten Gesetzmäßigkeit des Verhaltens der Vortiefen kann ohnehin, auch dort, wo sie vorkommen, nicht wohl gesprochen werden. Die Anden Südamerikas haben nämlich ihre Vortiefen nicht vorn, sondern hinten, sofern man

nicht an die erste, sondern an die spätere Auffassung dieses Gebirges durch Suess denkt, wonach das Vorland der Anden auf der Seite von Brasilien und Argentinien liegt[1]).

Suess selbst hat in aufrichtigster Weise auf diese Tatsache hingewiesen[2]), die er den asiatischen, von ihm als Muster für das Auftreten der Vortiefen bezeichneten Verhältnisse „widersprechend" findet. Er schreibt, daß neben einem großen Teile der Westseite Amerikas beträchtliche Tiefen bestehen, „die man für Vortiefen halten möchte, die aber im Gegensatz zu allen asiatischen Vortiefen an der Westseite eines gegen Ost gefalteten Gebirges liegen. Agassiz hat diese Tiefen sehr deutlich dargestellt". Diese Tiefen zeigen sich bereits „weit im Norden", zum Beispiel bei Manzanillo und im Westen von Guatemala, sie wiederholen sich aber im Süden westlich von Callao, Autofagusta, Copiapó und Valparaiso. Auf eine Erklärung dieser Erscheinung wurde verzichtet.

Die Dinariden.

Einiges über Rückfaltung.

Es gibt aber noch einen besonderen, und zwar sehr wichtigen Fall, für welchen gezeigt werden kann, daß jene Idee vom einseitigen Schub zu inneren Widersprüchen bedenklicher Art geführt hat, und dieser Fall betrifft gerade das Gebirge, an dessen Entstehung die weitgreifenden Spekulationen über Gebirgsbildung wenigstens formell zuerst anknüpften, nämlich die Alpen. Wir müssen uns allerdings erlauben, dieses Wort hier zunächst in dem Sinne anzuwenden, in welchem es uns ursprünglich vorgeführt wurde, das heißt wir müssen, um die historische Entwicklung dieses besonderen Falles besser überblicken zu können, gewisse an die Hauptkette der Alpen angrenzende Gebirgsmassen wieder einmal zu dem Alpensystem rechnen, wie das Suess noch im Jahre 1875 getan hat.

Zu diesen Gebirgsmassen gehörten damals noch die Erhebungen, welche man sich inzwischen in der geologischen Literatur gewöhnt hat Dinariden zu nennen und welche man gemäß den neueren Ansichten von Suess den Alpen als ein fremdartiges[3]) Element gegenüberstellt. Damit berühren wir jetzt eines der am meisten umstrittenen Kapitel der Theorie unseres großen Autors.

Als in der „Entstehung der Alpen" von der gegen Osten und Süden, bezüglich Südosten gerichteten fächerförmigen Ausstrahlung verschiedener Zweige des Alpensystems gesprochen wurde, wobei der betreffende Fächer natürlich nicht in bezug auf fächerförmige Schichtenstellungen, sondern im Sinne einer geographischen Anordnung der

[1]) Vgl. oben pag. [131] der heutigen Darstellung.

[2]) „Antlitz", III/2, pag. 560—561.

[3]) Asiatisch und fremdartig nennt Suess die Dinariden. Asiatisch sind aber schließlich auch die Alpen selbst, insofern Suess dieselben als posthume Altaiden bezeichnet hat. Wenn also die Fremdartigkeit der Dinariden nur auf ihr asiatisches Wesen zurückzuführen wäre, so brauchte man sie von dem Alpensystem nicht abzutrennen.

betreffenden Ketten vorgeführt wurde, bildeten die dinarischen Gebirge einen der Strahlen dieses Fächers, wurden also als im engeren Zusammenhange mit den Alpen stehend gedacht.

Diese Vorstellungsweise erscheint im „Antlitz der Erde" aufgegeben. Eine andere geographische Anschauung hat sie verdrängt und wir sehen durch die Vermittlung des kleinasiatischen Taurus die Dinariden nunmehr mit den asiatischen Randbögen verknüpft.

In der ersten Abteilung des dritten Bandes des „Antlitz" (pag. 402 etc.) ist ein besonderer Abschnitt den Tauriden und Dinariden gewidmet, in welchem nicht allein der enge Zusammenhang des Taurus mit den dinarischen Ketten zu begründen versucht wird, sondern auch ein Teil der vorher stets unmittelbar zu den Südalpen gerechneten Erhebungen den nunmehr als asiatisch aufgefaßten Dinariden zugezählt erscheint. Gemäß dieser Lehrmeinung würde das Gebiet der von unseren Alpinisten als die Dolomiten bezeichneten Gebirgsmasse nicht mehr zu den Alpen gehören und das Pustertal die Grenze der letzteren gegen die Dinariden bilden. Das karnische Gebirge aber, welches sich an der Südseite des Gailtals hinzieht und welchem variscisches Alter zugesprochen wird, würde weder zu den Alpen noch zu den Dinariden gehören, sondern ein gewissermaßen selbständiges, zwischen beide eingekeiltes Gebirgsstück bilden [1]).

Die Darstellung der Dinariden und der taurischen Bögen war eine glänzend und bestechend geschriebene, so daß man begreift, daß dieselbe von vielen bewundert oder doch nicht ohne weiteres abgelehnt wurde. Sie hat indessen auch Widerspruch gefunden, wobei man beispielsweise an die Arbeiten von Frech [2]) über den Gebirgsbau des Taurus und dessen „Bedeutung für die Beziehung der europäischen und asiatischen Gebirge" erinnern und darauf hinweisen kann, daß Frech den näheren Zusammenhang zwischen Tauriden und Dinariden überhaupt leugnet [3]). Da es jedoch nicht meine Aufgabe sein kann, alle die Probleme als solche zu erörtern, welche durch die fesselnden Schriften von Suess zur Sprache gebracht wurden, so beschränke ich mich hier auf eine kurze Beleuchtung derjenigen Punkte, welche den Zusammenhang der Ansichten des großen Autors untereinander betreffen.

In dieser letzteren Beziehung erwähne ich hier auch nur flüchtig, daß Suess eine Zeitlang das taurische Gebirge für „ein Fragment des vom Innenrande her eingesunkenen Kaukasus" gehalten hat [4]), denn das hat mit der Dinaridenfrage weniger zu tun, als mit den, wie wir sahen, schweren Aufgaben, die sich der Meister im Kaukasus

---

[1]) Vgl. „Antlitz", III. Bd., 1. Teil, pag. 433.

[2]) Zeitschr. d. Ges. für Erdkunde, Berlin 1911, Sitzber. d. k. preußischen Akademie d. Wissensch., Berlin 1912 und Neues Jahrb. für Mineralogie etc. 1913, Bd. 1, Heft 1.

[3]) Uebrigens hat auch Suess selbst gesagt, daß diese Gebirgssysteme „eine gewisse Unabhängigkeit voneinander bekunden" (III/1, pag. 402), was ihn andrerseits nicht hinderte, die Tauriden auch direkt als Dinariden zu bezeichnen, also als Unterabteilung der letzteren hinzustellen.

[4]) „Antlitz", I. Bd., pag. 180.

gestellt hatte [1]), und die, wie sich zeigte, auch seinen Lesern einige Arbeit bei der Auflösung von Räthseln zu verschaffen im Stande waren.

Einer sehr leichten Aufgabe entspricht es aber auch nicht, wenn man sich die Entwicklung und den Zusammenhang der Anschauung über die Dinariden in ihrem Verhältnisse zu den Alpen vergegenwärtigen will.

Besondere Schwierigkeiten entstehen in diesem Falle namentlich, wenn es gilt, jene an sich so schöne Darstellung der Dinariden und Tauriden mit der Vorstellung von einem einseitigen tangentialen Schub zusammenzureimen.

Die Alpen sollten vorwaltend gegen Norden bewegt sein, die Dinariden vorwaltend gegen Süden. Das gäbe allerdings im Sinne der Einseitigkeit des Schubes noch zu keinem Bedenken Veranlassung, wenn man diese Gebirge jedes für sich betrachten und den Dinariden ihren sogenannten asiatischen Charakter ohne Weiteres lassen wollte. In diesem Punkte tritt aber bei unserem Autor zu der geographischen Auffassung, die in der Verbindung der Dinariden mit den taurischen Bögen liegt, noch ein wichtiger tektonischer Gesichtspunkt von allgemeinerer und abweichender Bedeutung hinzu. Trotz jener von Suess ausdrücklich [2]) betonten südlichen (eventuell südwestlichen) Bewegungsrichtung der Dinariden, liest man nämlich in der zweiten Abteilung des dritten Bandes (pag. 168), daß die Dinariden gegen Norden vordringen, und Suess stimmt dort der Ansicht Termiers zu, daß die Alpen von den Dinariden überwältigt wurden. Und an einer anderen Stelle desselben Bandes (III/2, pag. 224) heißt es ebenfalls, daß Teile der Alpen unter dem karnischen Gebirge und den Dinariden liegen. Auch üben, wie wir lesen, die Dinariden [3]) in der Richtung der Bozener Porphyre auf diese einen „Druck" aus, während doch andrerseits [4]) wieder die nach Süd gerichtete Faltung der sich zwischen die Alpen und Apenninen drängenden Dinariden betont wird.

An einer dieser Stellen (l. c. pag. 118) heißt es aber auch, daß die in den Rahmen der Alpiden eingetretenen Dinariden nie zu einem stauenden Vorlande wurden, sondern daß ihnen vielmehr als Rückland (z. B. am Brenner) eine mäßig schiebende Wirkung zuzukommen scheint. (Das wäre, nebenbei gesagt, und wie schon vorher einmal bemerkt, ein Gebirge als Rückland, bei dem man nicht mehr im Sinne der Theorie an ein Senkungsfeld zu denken brauchte.)

Das ist aber noch der geringste Uebelstand, der sich hier für die von dem Meister aufgestellte Hypothese der Gebirgsbildung ergibt.

---

[1]) Vgl. dazu die Seiten [133—135] der gegenwärtigen Schrift. Es sei hier auch beiläufig darauf aufmerksam gemacht, daß gemäß den späteren Ansichten von Suess der Kaukasus in Gegensatz zu den Tauriden, bezüglich Dinariden zu bringen wäre. Hätten aber Kaukasus und Tauriden doch einmal zusammengehört, dann könnten andrerseits die Tauriden und Dinariden nicht in Gegensatz zu den Alpen gebracht werden, da ja der Kaukasus mit den letzteren von Suess, wie wir sahen, enger verbunden wird.

[2]) „Antlitz", III. Bd., 1. Teil, pag. 422.

[3]) „Antlitz", III. Bd., 2. Teil, pag. 584.

[4]) „Antlitz", III/2, pag. 118 u. 727.

Es durfte bereits früher darauf hingewiesen werden, daß gegen den Schluß des letzten Bandes[1]) Suess noch einmal gegen die Ideen Beaumonts den einseitigen Schub zu verteidigen sucht, und wir erinnern daran, daß er einige Seiten später[2]) meint, der von ihm zugestandene zweiseitige Bau der Caledoniden bilde eine Ausnahme, die mit anderen Erfahrungen nicht in Uebereinstimmung zu bringen sei. Wer indessen das liest, was er über die Dinariden gesagt hat, muß doch wohl finden, daß er damit die Lehre vom einseitigen Schub selbst sehr schwer kompromittiert hat. Nach Süden schieben und gleichzeitig nach der anderen Seite drücken und teilweise sogar im Sinne Termiers ganz gewaltig überschieben, kann doch nicht als die Betätigung einer einseitig tangential wirkenden Kraft gelten. Das wäre eine Einseitigkeit, die zwei Seiten hat, und wenn sich die Dinge so verhielten, wie sie uns hier dargestellt wurden, dann würden die Caledoniden sich in guter Gesellschaft befinden.

Das Eigentümliche an dieser Sache ist, daß bei den geschilderten Auffassungen die Deckentheorie ins Spiel kommt, welche man doch gerade von einigen Seiten als eine weitgehende Bestätigung der Lehre vom einseitigen Schub betrachtet.

Die Widersprüche, welche in der Behandlung der Dinariden durch Suess liegen, deuten offenbar das Schwanken in der Auffassung der Tatsachen an, die der Autor in seiner Synthese zu berücksichtigen suchte. Die Dinariden sollten asiatische Faltung besitzen. Sie sollten aber auch die Alpen überschieben und doch sollten sie einem einseitigen Schub ihr Entstehen verdanken.

Wenn wir aber die verschiedenen Aeußerungen des Autors noch im Hinblick auf die Einzelheiten der Gebirgsbildungshypothese betrachten, die in der „Entstehung der Alpen“ aufgestellt wurde, so läßt sich an diesem Beispiel vielleicht noch besser, wie schon früher an manchen anderen zeigen, daß diese Hypothese so ziemlich nach allen Richtungen hin ihn nicht mehr ganz befriedigt zu haben scheint. Wenigstens in dem gegebenen Falle macht er kaum einen ernsten Versuch, die Uebereinstimmung seiner Aeußerungen mit jener Hypothese herbeizuführen. Die Lehre vom einseitigen Schub hat er allerding, wie vorher schon bei Erwähnung der Schraubstocktheorie Beaumonts' gesagt wurde, nicht offen preisgegeben, sondern formell noch aufrecht zu erhalten versucht. Wir sahen hier aber, daß er sich in Wirklichkeit dieser Lehre nicht mehr angepaßt hat und wir sehen auch sonst, daß er selbst ein Bollwerk nach dem anderen niedergerissen hat von den Befestigungen, welche seine Theorie zu umgeben schienen.

Die Tauriden, welche im „Antlitz“ als mit den Dinariden zusammengehörig aufgefaßt wurden, kehren ihre Außenseite, auf der sich nach der ursprünglichen Hypothese das stauende Festland befinden soll, dem mittelländischen Meere zu (wenigstens gilt dies für den lycischen und cilicischen Taurus) und weisen auf ihrer Innenseite, wo sich der Theorie nach ein Senkungsfeld ausbreiten müßte,

---

[1]) „Antlitz“, III/2, pag. 717; vgl. oben pag. [112] dieser Darstellung.
[2]) L. c. pag. 727.

das karamanische Hochland auf. Senkungsfelder erscheinen dafür im griechischen Archipel im Bereich der vorausgesetzten Verbindung der taurischen und dinarischen Bögen. Die Dinariden, insoweit man ihre Bewegungstendenz nach Süd oder Südwest gerichtet annimmt, haben in dieser Richtung die Adria vor sich und hinter sich teils das einst viel berufene orientalische Festland, teils drängen sie sich an die Alpen heran, hätten also dort das dem theoretischen Erfordernis entsprechende Senkungsfeld auf der Innenseite der letzteren überwältigt, wenn man nicht von einem andern Standpunkt aus vorzieht, die Alpen selbst als ein solches zu betrachten, da sie ja den südwärts bewegten Dinariden gegenüber das Rückland sind.

Was die Adria betrifft, so wurde allerdings schon im ersten Bande des „Antlitz“ (pag. 771) gesagt, daß dieselbe auf dem niedergebrochenen Westrande des dinarischen Gebirges liege, eine Vorstellung, die besonders schwer den Erfordernissen der ursprünglichen Theorie des Autors angepaßt werden kann, die jedoch ein Seitenstück findet in dem, wie wir früher sahen, in das Vorland der Antillen eingebrochenen mexikanischen Golf, der ebenfalls aus einem stauenden Festland zum Senkungsfeld geworden ist.

Auch an diesem Beispiel zeigt sich also, wie weit sich Suess mit der Zeit von seiner ursprünglichen Betrachtungsweise entfernt hat, und zwar in diesem Falle zu Gunsten einer neuen Auffassung, welche bei dem Versuch, für die Dinariden bald eine Bewegungsrichtung nach Süden festzuhalten, bald eine solche nach der Seite der Alpen hin anzunehmen, zu schon an sich bedenklichen Unstimmigkeiten führen mußte.

Ganz eigentümlich erscheint aber das Verhältnis der Dinariden zu den „gegen NO bewegten“ Apenninen. Die ersteren sollen das Vorland des letzteren bilden[1]). Dann wäre die Adria eine Vortiefe der Apenninen und insofern nach den sonstigen Anschauungen von Suess und seinen Anhängern, wie wir sahen, solche Vortiefen kein Hindernis vorstellen für die Stauung eines Gebirges an seinem Vorlande, so würden sich die Apenninen an den Dinariden gestaut haben. In diesem Falle wären sie natürlich jünger als die letzteren. Hat Suess beabsichtigt, dies zu behaupten?

Eine der wichtigsten Arbeiten, welche in neuester Zeit das Verhältnis zwischen Alpen und Dinariden erörterten, ist bekanntlich der Aufsatz von Kossmat über die adriatische Umrandung der alpinen Faltungen[2]). Der Hypothese Termiers, nach welcher die Dinariden „die alpinen Falten nach Norden getrieben“ haben und dieselben sogar im weiten Ausmaß von wenigstens 150 Kilometer überdeckten, wird in dieser Studie nicht das Wort geredet. Die herrschende Faltungstendenz der Dinariden war danach im Gegenteil nach

[1]) „Antlitz“, III/2, pag. 719.

[2]) In den Mitteilungen der geologischen Gesellschaft in Wien, 6. Bd. 1913. Es würde zu weit führen, hier diese ausgezeichnete Abhandlung näher zu analysieren, durch welche die Tektonik eines in jeder Beziehung interessanten Gebiets auf eine ganz neue Basis gestellt wurde.

Süden gerichtet, und der Hauptunterschied zwischen Dinariden und Alpen, resp. Nordalpen (vgl. l. c. pag. 161) liegt nach Kossmat darin, daß erstere kein Hindernis an nahen Außenmassiven fanden, sondern sich frei gegen das Innere der adriatischen Mulde entfalten konnten. Es wird gezeigt, wie der Zug gegen Süden die südliche Flanke der Alpen überhaupt vielfach beherrscht und es wird bezweifelt, ob der vorgeschlagene Ausweg aus den daraus für die neueren Auffassungen sich ergebenden Schwierigkeiten noch lange gangbar bleiben werde, der Ausweg nämlich, der in der Annahme besteht, daß die Dinariden die Alpenregion im großen Ausmaße überschoben und „dann fast ebenso weit, vielleicht sogar noch weiter nach Süden zurückgeglitten sind“. Gewisse Strukturverhältnisse aber, die sowohl in den Nordalpen wie in den Südalpen das normale Faltenbild nicht selten verwickelt erscheinen lassen, beruhen vielfach auf transversaler Schuppung innerhalb einer und derselben tektonischen Einheit. Sie treten vorzugsweise gerade in der Region der alpino-dinarischen Knickung auf, wo es zu einer „förmlichen Ineinanderschachtelung der Faltenzüge“ kommt, wodurch, wie Kossmat sagt, oft Verhältnisse entstehen, welche „Deckenreihen vortäuschen können.“

Es läßt sich nun in der Tat kaum denken, daß jene so eben erwähnte Vorstellung von einer weitgehenden Ueberschiebung gegen Norden und einem darauf folgenden Zurückgleiten der Dinariden nach Süden auf die Dauer ein gegen die Vergewaltigung aller physikalischen Gesetze so unempfindliches Publikum finden wird, um endgültig durchzudringen.

Man hört allerdings bisweilen die Meinung, daß physikalische Bedenken gegen gewisse Annahmen als belanglos zu betrachten seien, insofern in erster Linie die wahrgenommenen Tatsachen respektiert werden müßten. Es ist dies ein Satz, mit welchem auf verschiedenen Gebieten (nicht bloß in der Geologie) versucht wird, geheimnisvoll scheinende Vorgänge als möglich und deren Erörterung als zulässig hinzustellen, wobei man von der Voraussetzung ausgeht, daß sich die wissenschaftliche Erklärung dieser Vorgänge hinterher schon noch finden werde.

Diese Voraussetzung scheint ja überdies durch manche Erfahrungen unterstützt zu werden.

Im Zeitalter der von französischen Gelehrten und Schriftstellern ausgegangenen Aufklärung gegen das Ende des 18. Jahrhunderts glaubte man alle älteren Berichte über Meteorfälle anzweifeln und in das Gebiet des Aberglaubens verweisen zu müssen. Es gab damals Musealvorstände (zum Beispiel in Bern, Kopenhagen, Dresden und Wien), welche sich des Besitzes von Meteoriten schämten und diese wegwarfen. Erst seit den Fällen von Siena (1794) und Yorkshire (1795) gibt man wieder zu, daß Steine vom Himmel fallen können[1]). Die Untersuchungen, die Baron Reichenbach über das von ihm sogenannte Od anstellte und welche vor 60 Jahren für absolut phantastisch gehalten wurden, werden jetzt nicht mehr so belächelt wie

[1]) Vgl. dazu Quenstedt, Handbuch der Mineralogie, 2. Auflage, Tübingen 1863, pag. 583 und 584.

damals. Was heute mit dem Namen Hypnose bezeichnet wird, wurde noch vor 30 oder 40 Jahren für Schwindel gehalten und sogar über die Eigenschaften der Wünschelrute fängt man neuerdings sogar in manchen der Wissenschaft nahestehenden Kreisen weniger skeptisch zu denken an als früher.

Ob aber in allen Fällen, in welchen man von schwer erklärbaren Dingen wie von Tatsachen spricht, nicht Einbildungen für Erfahrungen gehalten oder voreilig gezogene Schlußfolgerungen für Tatsachen ausgegeben werden, bleibt doch die Frage.

Unter allen Umständen ist zu unterscheiden zwischen Vorstellungen, die sich auf zur Zeit noch nicht genügend aufgeklärte Probleme beziehen und solchen Annahmen, welche direkt anerkannten physikalischen Gesetzen und den einfachsten Grundsätzen der Logik widersprechen.

Es gibt ja gewiß — um hier ein beliebtes Wort zu wiederholen — viele Dinge zwischen Himmel und Erde, von denen sich die Schulweisheit nichts träumen läßt. Deshalb sind aber noch nicht alle Märchen wahr, welche die Ammen den Kindern erzählen.

Das sollten doch auch die Geologen beherzigen. Andernfalls könnte es geschehen, daß wir aus den vielleicht allzu prosaischen Gefilden der Geognosie und dem für den bürgerlichen Geschmack ausreichend interessanten Gebiet der Geologie nicht bloß in den Zaubergarten der Geopoesie, sondern auch in die Nebelregion der Geomystik geraten.

Erfreulicherweise ist aber die Welt nicht ausschließlich von Romantikern bewohnt.

So hat sich denn eine Reaktion nicht bloß gegen gewisse Uebertreibungen der Decken- und Charriage-Theorie, sondern speziell auch gegen die bezüglich der Dinariden ausgesprochenen Behauptungen eingestellt, und es ist ein bedeutsames Symptom für diese Reaktion, daß neuerdings Professor Heritsch in seiner Studie[1]) über „die österreichischen und deutschen Alpen bis zur alpino-dinarischen Grenze“ ausdrücklich und freimütig betont, daß „zwingende Gründe für eine Trennung der Alpen und Dinariden nicht ins Feld geführt werden können“. Damit habe er „die Lehrmeinung vom einseitigen Bau der Alpen aufgegeben und halte, wie viele, vielleicht die Mehrzahl der ostalpinen Geologen, die Ostalpen für einen Körper, zu welchem als sehr integrierender Bestandteil auch die Südalpen gehören“. Er sei daher „gegen eine Trennung in Alpiden und Dinariden“.

Man kann selbstverständlich nicht sagen, daß die Termier'sche Annahme von einem Zurückgleiten der über die Alpen geschobenen Dinariden mit der Suess'schen Vorstellung von der „Rückfaltung“ identisch ist, aber ein gewisser Zusammenhang oder sagen wir eine Art von Verwandtschaft der betreffenden Gedankengänge ist immerhin vorhanden. Deshalb und weil sich ja für die Alpen die Anwendung

[1]) Im Handbuch der regionalen Geologie von Steinmann und Wilkens, Heidelberg 1915, pag. 1 u. 144, Anmerkung 1, vgl. Geolog. Rundschau V, 1914.

jener Vorstellung auf die Südalpen beziehen muß, mag hier der passendste Ort sein, noch einige Worte über diesen besonderen Gegenstand an das über die Dinariden Geäußerte anzuschließen. Wir gehen dabei wieder einmal auf Bittner zurück.

Habent sua fata libelli. Wie viel Mühe hat sich doch Bittner gegeben, um in scharfsinniger und streng logischer Weise die Theorie vom einseitigen Schub zu bekämpfen und dabei darzulegen, daß die Alpen nicht gar so unsymmetrisch gebaut sind, wie behauptet wurde. Ich erinnere hier nur an die teilweise schon im Verlauf der heutigen Auseinandersetzung erwähnten Arbeiten des Genannten in den Verhandlungen der k. k. geol. R.-A. 1886, pag. 374, im Jahrbuche der k. k. geol. R.-A. 1887 (pag. 397—422) sowie an den Aufsatz in den Verhandlungen der k. k. geol. R.-A. 1885 (pag. 27 etc.). Wie gering war aber sein unmittelbarer Erfolg, trotzdem er schon damals nicht ganz allein stand.

Es ist eben eine eigene Sache um die psychologische Disposition des Publikums. Die Erfahrung lehrt uns auf den verschiedensten Gebieten (und wie es scheint, ist das der Wissenschaft hierbei nicht völlig ausgenommen), daß man Stimmungen nicht mit Beweisen beikommen kann. Wenn dann solche Stimmungen, welche aus dem Bedürfnis nach dem Einschlagen neuer Richtungen hervorgehen, zu starken Strömungen werden, so bleibt oft nichts übrig, als diese Strömungen sich auslaufen zu lassen. Dieser Vorgang des Auslaufens wird sich aber naturgemäß um so mehr verzögern, je mehr man von verschiedenen Seiten sich auf die neue Richtung festgelegt hat und auch je verwickelter oder sagen wir unübersichtlicher das betreffende Problem durch neue Wendungen in der Darstellung oder durch Verquickung mit anderen Problemen geworden ist. Daß es aber im gegebenen Falle weder an solchen neuen Wendungen, noch an solchen Verquickungen gefehlt hat, ist wohl nicht zu bestreiten. In letzterer Hinsicht braucht man sich nur an das Auftreten gerade der Deckentheorie zu erinnern, von der hier nicht etwa gesagt werden soll, daß sie in jedem Punkte abzulehnen sei, die aber, wenn auch nicht notwendiger Weise, so doch zweifellos im Sinne vieler ihrer Bekenner einen engen Zusammenhang mit der Hypothese vom einseitigen Schub besitzt, worauf wir etwas später noch kurz zurückkommen.

Bittner, der übrigens schon damals sich über „die Veränderlichkeit in den leitenden Ideen“ von Suess beklagte, bekämpfte unter anderem die Art der Begründung des angeblichen Schubes der Alpen nach Norden, wie man sie aus der Bogenform des Gebirges ableiten wollte. Er erklärte, daß man aus dem Gegensatz einer konkaven und einer konvexen Seite eines bogenförmig gekrümmten Gebirges überhaupt noch keinen Schluß auf die Richtung einer gebirgsbildenden Bewegung ziehen könne. (Vgl. zum Beispiel Verhandl. 1885, pag. 38). Die Bogenformen bedürften wie das später auch Löwl [1]) betont hat, einer besonderen Erklärung [2]).

---

[1]) Vgl. oben pag. [111] dieser Darstellung.

[2]) Dazu möchte ich noch folgende Bemerkung ad usum Delphini machen: Es ist zweifellos richtig, daß man bei dem Experiment, Falten auf einem

Vor allem aber konnte Bittner den angeblich durchgreifenden Unterschied nicht anerkennen, den Suess für die Deutung der Bewegungsrichtung bei Nord- und Südalpen in dem Sinne konstruieren wollte, daß er die Annahme einer Symmetrie der tektonischen Erscheinungen auf beiden Seiten des Gebirges ablehnte. Daher konnte Bittner auch nicht den von Suess gemachten Versuch gutheißen, die der Faltung der Nordalpen analogen Erscheinungen im Bereich der Südalpen durch den Ausdruck „Rückfaltung" zu erklären oder durch Abtrennung der Dinariden von den Alpen bezüglich durch Zurechnung eines Teils der Südalpen zu den südwärts bewegten Dinariden die Schwierigkeit zu beseitigen, welche der Lehre vom einseitigen tangentialen Schub aus den Verhältnissen der Südalpen erwuchsen.

Bittner[1]) zeigte, daß indirekt Suess selbst zugibt, daß die tektonischen Elemente im Norden und Süden der Zentralkette der Ostalpen dieselben sind. Er fand es deshalb eigentümlich, „daß die nach außen von der Zentralkette gerichtete tangentiale Bewegung und Faltung als etwas ganz Naturgemäßes und Selbstverständliches zu betrachten sei, während der Umstand, daß die Faltenbildung der Südkalkalpen ebenfalls nach außen von der Zentralkette erfolgt, keineswegs als etwas ebenso Natürliches, sondern vielmehr als eine ganz abnorme und wunderbare, zum mindesten gänzlich unerwartete Erscheinung gekennzeichnet werden sollte."

Schließlich aber (l. c. pag. 422) heißt es bei demselben Autor: „In der Tat ist die Idee von der Entstehung der Gebirge durch einseitigen aktiven Horizontalschub nichts als eine theoretische Verirrung, im Wesentlichen entstanden dadurch, daß eine Anzahl von Vergleichen und Bildern, die ursprünglich dazu bestimmt waren, gewisse Erscheinungsformen der Erdoberfläche anschaulicher machen zu helfen, nach und nach mit immer größerer Bestimmtheit dazu verwendet wurden, um das Wesen der Erscheinung zu erklären."

Ich glaube, daß mit diesen Worten nicht bloß das Werden der Lehre vom einseitigen Schub als solchem, sondern auch der psychologische Zusammenhang für die Entwicklung mancher anderen theoretischen Vorstelluug gut charakterisiert ist.

Wenn die damalige Kritik Bittners leider nicht viel mehr erzielte, als zunächst die Zweifel wach zu erhalten, welche der neuen Lehre gegenüber von Manchem gehegt wurden, so lag das eben, wenigstens teilweise, an jenen Stimmungen und Strömungen, von

Tuch mit dem Finger oder der Hand hervorzurufen, eine Bogenform erzielt, bei der die Flanken des Bogens in der Bewegung hinter der von der Hand vorgestoßenen Mitte zurückbleiben. Drückt man jedoch mit zwei Fingern, die in einem gewissen Abstand von einander eingesetzt werden, auf das betreffende Tuch, so bleibt die Mitte des Bogens hinter den Enden zurück und die Konkavität liegt in der Richtung der Bewegung. Ich erwähne das nur im Hinblick auf die weiter oben berührten Vorstellungen, wo von dem Vorgang die Rede war, den Löwl den Stoß ex coelo nannte, und weil manche Anhänger der Lehre vom einseitigen Schub noch heute zu glauben scheinen, daß gerade die Convexität der Bögen einen Beweis für den einseitigen Druck liefere.

[1]) Vgl. dazu besonders Jahrb. 1877 l. c. pag. 409 u. 410.

welchen so eben gesagt wurde, daß sie dem in der Entwicklung der Menschen immer wiederkehrenden Bedürfnis nach Neuem entspringen. Es ist dasselbe Bedürfnis, welches dem Wechsel der Kleidermoden zum Siege verhilft.

Ein gewisser, wenn auch unvollkommener Kreislauf der Dinge führt aber oft (obzwar nicht unmittelbar), auf den Ausgangspunkt dieser Dinge, oder doch in dessen Nähe zurück, wie man nicht bloß bei den Moden, sondern schon heute auch in dem gegebenen Falle erkennen kann.

Uebrigens soll nicht unerwähnt bleiben, daß Löwl in seiner Geologie sich ebenfalls bereits mit Bestimmtheit für die Symmetrie im Bau der Alpen ausgesprochen hatte und daß Supan in der vierten Auflage seiner physischen Erdkunde [1]) die Lehre von der Rückfaltung eine „Hilfshypothese" nannte, zu welcher die Verfechter des einseitigen Schubes greifen müssen, um die Tatsachen mit dieser vermeintlichen Einseitigkeit in Einklang zu bringen.

Wenn uns gesagt wird [2]), die Rückfaltung sei hervorgegangen aus einem „Ueberschuß von planetarischer Hülle" und wenn damit ein Gegensatz zu der durch den einseitigen Schub erzeugten Faltung markiert werden soll, so darf man wohl fragen, ob denn nicht die Faltung überhaupt auf jenen Ueberschuß zurückzuführen ist, so daß demgemäß die Trennung der mit der Faltung zusammenhängenden Vorgänge in der hier von Suess vorgeschlagenen Weise keinen zureichenden Grund hat. Wenn sie nicht in Folge einer mit der Kontraktion zusammenhängenden Verringerung der Erdoberfläche sich gebildet hätten, so müßten die durch den einseitigen Stoß erzeugten Falten einer ganz besonderen, noch in Geheimnis gehüllten Ursache ihr Entstehen verdanken. Da wird man wieder an den Ausspruch F. v. Hauers erinnert, daß gewisse Gebirgsbildungshypothesen mit Kräften operieren, die ihrem Wesen nach unverständlich sind. (Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1883, pag. 185.)

Fragen wir also, warum jene Hilfshypothese von der Rückfaltung eigentlich aufgestellt wurde, so dürfte die offenherzige Antwort lauten müssen: Die Hypothese vom einseitigen Schub konnte ohne jene Krücke nicht weiter marschieren.

Es gibt Forscher, die in tektonischen Fragen ihren eigenen Weg gehen und auf den tangentialen Schub überhaupt Verzicht leisten wie Ampferer in seiner Schrift über das Bewegungsbild im Faltengebirge [3]) und Lukas Waagen in den tektonischen Kapiteln seines umfangreichen Werkes [4]) über „unsere Erde". Wir lassen das auf sich beruhen, weil es nicht unsere Aufgabe sein kann, alle Probleme, die hier gestreift werden müssen, als solche zu erörtern. Wenn jedoch speziell die Lehre vom einseitigen tangentialen Schub in der Form,

[1]) L. c. Leipzig 1908, pag. 626. Trotzdem ist Supan nicht geneigt, eine unbedingte Symmetrie der Ostalpen anzunehmen (vgl. l. c. pag. 637). Er bezeichnet die letzteren indessen als den Typus eines „doppelseitig zusammengesetzten Gebirges". Auch damit darf man sich zufrieden stellen.

[2]) „Antlitz", III/2, pag. 589.

[3]) Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1906.

[4]) Dasselbe erschien 1909.

wie sie Suess geboten hat, trotz der Komplikationen und Verkünstelungen, welche sich damit verbunden zeigten, noch jetzt Anhänger findet, so können wir nicht umhin, zu sagen, daß das nur auf Grund der Pietät der Fall sein kann, welche Manche dem Andenken des Schöpfers jener Lehre nur durch ihre Gefolgschaft beweisen zu können glauben.

Dieses Andenken können wir in anderer Weise hochhalten, durch die Dankbarkeit nämlich, welche wir für die zahllosen Anregungen empfinden, durch die der regsame Geist des großen Forschers die Geologie zu befruchten vermochte.

Suess und die Deckentheorie.

Die Erinnerung an die Vorstellungen über die Symmetrie der Alpen und besonders auch an die Diskussion, welche sich an die Frage knüpft, welche Stellung man den Dinariden in ihrem Verhältnis zu den Alpen zuweisen soll, führt in einer leicht begreiflichen Ideenverbindung auf die Erwähnung der Deckentheorie, welche während der letzten Jahre der Wirksamkeit von Suess in den Vordergrund der tektonischen Betrachtungen gerückt wurde.

Wir wissen, daß Sueß nicht der eigentliche Urheber dieser Theorie ist, wie er denn auch im Schlußbande des „Antlitz" selbst den Namen Marcel Bertrands hervorhebt, der durch seine Untersuchungen im Süden Frankreichs den Anstoß gab zu jener großen Bewegung, die auf dem Gebiete der tektonischen Geologie einen völligen Umsturz der bis dahin gangbaren Begriffe hervorzurufen schien. Wir kennen die Vorkämpfer dieser Bewegung, wie Termier, Schardt, Steinmann, Lugeon usw., und wir wissen, daß sich auch ursprüngliche Gegner derselben, wie Uhlig, der dann auch in Oesterreich dafür Schule machte, ihr mit Eifer angeschlossen haben.

Der Letztgenannte, der noch gelegentlich des Geologenkongresses in Wien im Jahre 1903 sich mit Heftigkeit gegen die betreffenden Ansichten Lugeons gewendet und der in seiner zusammenfassenden Darstellung der Karpathen eine Reihe von Argumenten gegen jene Hypothese zusammengefaßt hatte [1]), tat dies allerdings erst, als er sah, daß auch sein früherer Lehrer Suess sich vollständig im Banne der betreffenden Bewegung befand.

Zwar hatte der große Autor schon im Jahre 1901, im ersten Teil des dritten Antlitzbandes (III/1, pag. 5) kurz von den Deckschollen (lambeaux de recouvrement) gesprochen, welche in den Schriften der Franzosen und Schweizer bereits eine gewisse Rolle spielten. Den eigentlichen Anschluß an die bewußte Theorie vollzog Suess aber erst mit einem Aufsatz, betitelt „Sur la nature des charriages", welcher in den comptes rendus der Pariser Akademie der Wissenschaften [2]) im Jahre 1904 veröffentlicht wurde.

---

[1]) Bau und Bild der Karpathen. Wien und Leipzig 1903. Vgl. dazu mein Referat in den Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1903, pag. 394—399.

[2]) 149. Bd., pag. 714 etc.

Der Autor berief sich am Eingange dieses Aufsatzes auf gewisse Beobachtungen Jensens über die Verhältnisse des Binneneises von Grönland, welches dort zwischen den Felsen, die seiner Bewegung entgegenstehen, sich zuerst gegen die Gletscherbasis eingräbt, dann wieder aufsteigt und dabei Blöcke der Grundmoräne an die Oberfläche bringt. Diese Blöcke erscheinen, wie Suess sagt, am Tageslicht in Form eines Bogens, den man „arc de charriage“ nennen könnte, und an einer Stelle wurden sogar zwei solcher Bögen hintereinander beobachtet. Solche Bögen ließen sich dann mit den Ueberschiebungsbögen vergleichen, die aus den Alpen beschrieben wurden.

Was die sogenannten Wurzeln der betreffenden „Decken“ in den Alpen oder anderen Gebirgen anlangt, so seien dieselben, wie uns ferner versichert wurde, oft nichts anderes als zerstörte Synklinalen. Der Autor bezog sich sodann unter anderem auf gewisse Verhältnisse in Thibet, die ihm in dieser Richtung Analogien mit den Alpen zu bieten schienen[1]) und warf schließliah die Frage auf, ob nicht die Inselguirlanden des östlichen Asien ebenfalls zu den „arcs de charriage“ gezählt werden müssen.

Man erkennt, nebenbei bemerkt, auch hier wieder das Interesse, welches Suess der Form des Bogens bei seinen Spekulationen über Gebirgsbildung mit Vorliebe entgegengebracht hat.

Doch wäre hierzu zu bemerken, daß der Vergleich der Bewegung bei der Gebirgsbildung mit derjenigen des Gletschereises wohl nicht in jeder Beziehung zutreffend ist. Das Eis bewegt sich doch analog einem Strom, bei welchem die seitlichen Teile vielfach gegen die Hauptströmung zurückbleiben, wodurch eine Bogenform des transportierten und dann zum Absatz gelangten Materials leicht hervorgerufen werden kann, während es doch, wie vorher gezeigt wurde, fraglich bleibt, ob die Entstehung der Gebirgsbögen nicht mit anderen Bedingungen zusammenhängt, namentlich wenn dieser Vorgang im Sinne der ursprünglichen Hypothese von Suess nicht etwa der Schwere, sondern einem besonderen Druck zuzuschreiben ist.

Die so eben erwähnte, in Paris erschienene Schrift blieb indessen nicht die einzige besondere Kundgebung des großen Autors für die neue Theorie.

Trotz seines hohen Alters machte Suess sogar noch eine Exkursion nach Tirol im Interesse der bewußten Theorie. Man verdankt dieser Exkursion den Aufsatz über das sogenannte Fenster von Nauders[2]).

Wer dann den letzten Band des „Antlitz“ zur Hand nimmt und besonders die beiden Kapitel über die Alpen (III/2, pag. 671 und folgende) aufschlägt, wird dort in mehr zusammenhängender Weise die Ansichten unseres Autors über das bewußte Problem dargelegt sehen und auch in einigen anderen Abschnitten dieses Bandes entsprechende Ausführungen finden. Wenn einst die Geschichte der Decken-

[1]) Betreffs der tibetanischen Decke mögen die späteren Bemerkungen im Schlußbande (III/2) des „Antlitz“, pag. 201, 597 u. 647 verglichen werden.

[2]) Ueber das Inntal bei Nauders. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien 1905, 114. Bd., pag. 699—735.

theorie geschrieben werden sollte, so könnte daher der Name Suess dabei nicht übergangen werden. Die „lepontinische Decke" wird stets an denselben erinnern.

Es ist ein eigenartiges Schicksal für die theoretischen Spekulationen von Suess über Gebirgsbildung, daß dieselben schließlich in die hier genannte Theorie eingemündet haben. So schreibt[1]) de Launay in seinem weiter oben citierten Nachruf: „A mesure, que les années se sont écoulées et que Suess a travaillé avec une persévérance infatigable, ses idées se sont progressivement modifiées, au point, que la dernière partie de son ouvrage s'est trouvée devenir un exposé de la theorie toute différente des charriages."

Und doch war diese Stellungnahme nicht allzu erstaunlich. Der Meister hatte soviel von Verschiebungen und Ueberschiebungen gesprochen, er hatte schon frühzeitig, wie wir das aus seiner Schrift über die italienische Halbinsel kennen gelernt haben, von der Veränderlichkeit in der Stellung der Kettengebirge geredet, daß es ihm nicht schwer fallen konnte, auf die Vorstellung eines weiten Transportes großer Gebirgsmassen einzugehen. Ueberdies lag in dem Gedanken vom einseitigen tangentialen Schub so manches, was die Vorstellung von den Decken herausfordern konnte (die sich, wie das der Meinung vieler Anhänger der neuen Theorie entsprach, nach einer Richtung über einander schieben und bewegen sollten), daß man behaupten könnte, Suess sei zwar formell gesprochen nicht der Urheber der Verfrachtungstheorie, die sich ja auch tatsächlich von seinen ursprünglichen Ansichten unterscheidet, aber er habe den Boden für dieselbe gepflügt und vorbereitet. So brauchte es also nicht zu überraschen, wenn er sich schließlich den betreffenden Ideen anschloß und, wenn ihm auch die Vaterschaft für dieselben nicht zukam, so doch die Pathenschaft dafür übernahm.

Von dieser Seite hat auch Uhlig die Sache aufgefaßt, der das Auftreten Marcel Bertrands auf die durch Suess gegebenen Anregungen zurückführt[2]) und hinzufügt: „So hat sich der vielbestrittene einseitige Nordschub der Alpen nicht nur in allen Einzelheiten bewährt, sondern er hat sich weit großartiger erwiesen, als Suess vordem auszusprechen gewagt hatte." Und weiter heißt es sogar bei Uhlig, es sei für Suess ein „unvergleichlicher Triumph" gewesen, im dritten Bande des „Antlitz" [3]) „die Früchte jener Anregungen sammeln zu können, die er im ersten Bande und vorher schon in der Entstehung der Alpen, zum Teil unter lebhaftem Widerspruch ausgestreut hatte".

Ganz zutreffend ist es allerdings nicht, wenn Uhlig voraussetzt, daß die Deckentheorie stets mit dem einseitigen Schub in Parallele

[1]) Bulletin de la société de géogr. l. c. pag. 395.

[2]) In dem Referat über ein österr. Meisterwerk. l. c. pag. 107. Vgl. hierzu noch die Schriften Uhlig's über die Tektonik der Karpathen, Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien 1907, ferner über die Tektonik der Ostalpen, Vortrag in der 81. Versammlung deutscher Naturf. in Salzburg, Sonderabdruck aus der Naturw. Rundschau, Braunschweig 1909 und über den Deckenbau der Ostalpen, Mitt. d. geol. Gesellsch. in Wien 1909.

[3]) Es ist der zweite Teil dieses Bandes (das ist der Schlußband) gemeint.

gebracht werden könne. Man kennt ja doch große Ueberschiebungen auch in Gebieten (wie zum Beispiel in Schottland), für welche diese Einseitigkeit sogar nach den Ansichten von Suess nicht gilt, und es liegt auch streng genommen (das heißt rein prinzipiell gesprochen) gar kein Grund vor, für alle Fälle die Wanderung der Decken immer bloß nach einer Richtung hin als selbstverständlich anzunehmen. Indessen hat sich Uhlig wohl in erster Linie an die zumeist beliebte Art der praktischen Anwendung der fraglichen Theorie gehalten, und insofern war er zu seiner begeisterten Darstellung der betreffenden Sachlage ja auch berechtigt.

Auch dürfte er die richtige Empfindung gehabt haben, wenn er anzunehmen schien, daß mit der eventuellen Beseitigung der Lehre vom einseitigen Schub auch Vieles, was über Decken und große Ueberschiebungen geschrieben wurde, einer strengeren Kritik nicht würde Stand halten können.

Wir lassen aber den einseitigen Schub bei dieser Gelegenheit auf sich beruhen. Auch auf das Meritorische der Deckentheorie, die von ihren Anhängern heute in so verschiedener Weise ausgelegt wird, daß sie einigermaßen an Einheitlichkeit verloren hat, braucht hier nicht eingegangen zu werden, da es sich ja nur um eine historische Feststellung der Tatsache handelt, daß Suess sich dieser Theorie angepaßt hat.

Für alles, was manche Kritiker als Uebertreibungen derselben bezeichnen, braucht man übrigens den alten Meister nicht verantwortlich zu machen.

Die nachträgliche Berücksichtigung verschiedener für die tektonische Betrachtung wichtiger Umstände.

Die Ausführungen des letzten Bandes des „Antlitz“, soweit darin ein Eingehen auf die Vorstellungskreise anderer Arbeiten zu bemerken ist, sind übrigens nicht bloß wegen dieser Anpassung des Autors an die Deckentheorie bemerkenswert, wobei sich das Verhalten desselben in gewissem Sinne als die Folge eines Teils seiner früheren Verlautbarungen ergeben konnte. Suess ist hier auch auf Gesichtspunkte eingegangen, welche er früher mehr oder weniger unberücksichtigt gelassen hatte, obschon dieselben bei einer Diskussion über die Probleme der Gebirgsbildung und überhaupt der Bewegungen der Erdrinde nicht wohl ganz außer Betracht bleiben dürfen. Wir finden hier ganz besonders und mit aufmerksamem Studium die Fragen behandelt, die sich auf Lotablenkungen und Schweremessungen beziehen, und wir sehen, daß auch der alten Kompensationstheorie von Pratt Beachtung geschenkt wird. Daß im Zusammenhange damit auch der allerdings erst nach dem Druck der ersten Bände des „Antlitz“ entwickelten Ansichten Duttons über Isostasie gedacht wird, erscheint natürlich.

Suess sieht den Kern der letzterwähnten Theorie in der Auffassung, daß das Vorland sinkt und die Gebirge steigen sowie in der weiteren Annahme „einer besonderen erhebenden Kraft“ für die

Tafelländer [1]), und es ist begreiflich, daß er einer derartigen Vorstellung nicht allzuviel Geschmack abgewinnen konnte. Hatte er doch seiner Zeit die Senkungen meist im Rücklande gesucht und war ihm doch andrerseits der Gedanke an Hebungen und Emportreibungen des Landes überhaupt unsympathisch. Er betonte nun vor Allem, daß die Ergebnisse der Schweremessungen ein zu unregelmäßiges Ergebnis geliefert hätten, um in irgend einem Sinne bei der Diskussion der fraglichen Theorie verwendet zu werden. Er berief sich auch (l. c. Seite 704) auf Gilbert, um zu zeigen, daß die Lithosphäre infolge ihrer „Riegheit" eine größere Tragfähigkeit besitzt, als ihr die Vertreter der Isostasie zuschreiben [2]).

Wie überall, so suchte Suess indessen auch hier die Dinge unter einen weiten Gesichtswinkel zu bringen. Er schreibt: „Neben die Frage der Kompensation der Gebirge stellt sich die weit größere, ob im Sinne Pratts die Festländer durch schwerere Massen unter den Meeren im Gleichgewichte gehalten sind, daneben auch noch die zweite, ob im Sinne Duttons das Sinken der Meere die Erhebung der Kontinente veranlaßt hat."

Der große Autor bespricht diese Fragen an Beispielen von Untersuchungen, die sich auf Lotablenkungen, Pendelbeobachtungen und auf die Ansichten von Bailey Willis beziehen, der die isostatische Lehre auf Ostasien anzuwenden versucht hatte.

Gemäß diesen Ansichten von Willis wäre, wie Suess sagt, „Asien durch einen Druck gebildet, der vom indischen und vom pacifischen Ozean kam und gegen den Baikal-Scheitel gerichtet war. Es war eine stetige, aber rhapsodisch sich äußernde unterseeische Ausbreitung, welche die leichteren Gesteine zusammendrängt, und Asien wäre demnach nicht durch Ueberschiebung, sondern durch Unterschiebung gebildet."

Diese Hypothese hat, wie Suess weiter sagt, „den Vorteil, daß sie Höhlungen nicht voraussetzt". Man sieht auch hier, daß derselbe schließlich die Vorstellungen verlassen hatte, denen zufolge die verschiedenen Senkungen und Zusammenbrüche der Erdrinde mit Hohlräumen, bezüglich mit der jeweilig für die Senkungsfelder vorausgesetzten „macula" hätten zusammenhängen müssen [3]). Im Uebrigen jedoch konnte er sich doch nicht entschließen, dem Gedankengange von Willis zu folgen. Man mag versuchen, sagt er (l. c. pag. 709), dessen Ansichten „auf die überschlagenen äußeren Randfalten anzuwenden, aber hier schon widerspricht die konvexe Gestalt der Bogen, und es ist kaum zu sehen, wie die anderen Hauptzüge des Baues, die südwärts gerichtete Verfrachtung der thibetanischen Schollen, die Kettungen, die Virgation des Thianschan, das Vortreten der Bonin-Inseln gegen die Mitte des Ozeans mit einer bis zum Baikal reichenden Unterschiebung vereinbar sein könnten."

---

[1]) „Antlitz", III/2, pag. 701.

[2]) „Antlitz", III/2, pag. 708.

[3]) Vgl. darüber die Auseinandersetzungen weiter oben auf den Seiten [118] etc. der heutigen Darstellung.

Schließlich faßt unser Autor, der, wie man sieht, den weitgreifenden Spekulationen Anderer gegenüber sehr vorsichtig war, seine Schlußmeinung über die „Kompensationstheorie" (l. c. pag. 716) dahin zusammen, daß die dadurch angeregten Untersuchungen zwar manche neue Erfahrung, namentlich über die mutmaßliche Beschaffenheit des Meeresgrundes, „aber vorläufig keine neuen Aufschlüsse über die Ausbildung des Antlitzes der Erde gebracht" hätten. Und an einer weiteren Stelle (l. c. pag. 719) heißt es: „Unter den Hochgebirgen liegt bis zu großen Tiefen nicht ein Defizit, wie es die isostatische Kompensation verlangen möchte, sondern die jeweilige überschobene Zone. Gerade die Forschungen über isostatische Kompensation haben zu Ansichten über Riegheit des Erdkörpers geführt, die hier in Betracht kommen."

Unter dem sonst wohl wenig gebrauchten Worte Riegheit versteht Suess augenscheinlich einen Erstarrungszustand, der sich nicht gut mit der Nachgiebigkeit der Gebirgs- oder Gesteinsmassen verträgt, wie sie zu den Erfordernissen der Theorien von Pratt und Dutton gehören würde, allerdings auch nicht mit der von A. Heim angenommenen Plastizität der Gesteine, welche Suess selbst einst zugestanden hatte.

Uebrigens bringt Suess (l. c. pag. 720) auch das Verhältnis der gefalteten Regionen zu den seit langer Zeit von Faltung verschont gebliebenen mit der Erstarrung der letzteren in Beziehung, woraus vielleicht zu folgern ist, daß für ihn die speziell gegen Dutton ins Feld geführte „Riegheit" des Erdkörpers bei den Fragen über Gebirgsbildung doch keineswegs als eine absolute gilt. Sonst könnte er wohl gerade in diesem Punkte nicht auf den Gegensatz der betreffeden Regionen verweisen.

Zu den Fragen, welche im Schlußbande des „Antlitz" besprochen oder gestreift werden[1]), gehört auch die, ob die Rotation der Erde (etwa im Sinne von Douvillé) die Anordnung der Gebirge bedingt habe und ob diese Anordnung durch körperliche Gezeiten beeinflußt wurde, wie der jüngere Darwin für denkbar hielt. Suess fand zunächst, daß verschiedene Tatsachen diesen Vorstellungen widersprechen und daß besonders der Ural und der birmanische Bogen sich diesen Hypothesen nicht anpassen lassen. Aber trotzdem meint er (l. c. pag. 721), daß eine Einwirkung jener Gezeiten und der Rotation „auf den Plan der Faltenzüge für möglich gelten muß" [2]).

Das ist ein großes Zugeständnis von Seiten unseres Autors, welches um so schwerer ins Gewicht fällt, als etwaige Bedenken, welche wieder mit der „Riegheit" des Erdkörpers zusammenhängen könnten, hier nicht vorgebracht wurden.

---

[1]) Vgl. hierzu die Seiten 699 und 700 dieses Bandes.

[2]) Die Frage, ob und in welcher Weise die Rotation der Erde mit den Vorgängen bei der Gebirgsbildung zusammenhängt, ist jedenfalls eine naheliegende. Sie scheint auch nicht sobald von der Tagesordnung verschwinden zu wollen. Vor nicht langer Zeit hat Ampferer in seinem Aufsatz über das Bewegungsbild im Faltengebirge (Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1906, pag. 599) sie ebenfalls gestreift. Suess hatte zwar früher auch schon von der Rotation gesprochen, aber nur betreffs der Veränderungen des Seespiegels (vgl. später).

Zu den hier zu nennenden Untersuchungen, welche im Schlußbande des „Antlitz“ [1]) berücksichtigt wurden, gehören ferner diejenigen von Rothpletz, der, wie Suess sagt, „die einander widerstreitenden Ansichten von Dilatation und Kontraktion des Erdkörpers erklären zu können“ glaubte. Die Ausführungen des Genannten wurden einer kurzen Analyse unterzogen, aber in ziemlich ablehnendem Sinne behandelt.

Die Reyer'sche Theorie von der Gleitfaltung wurde dagegen bis auf einen gewissen Grad zulässig, wenn auch nicht ausreichend, gefunden [2]).

Im allgemeinen kann man sagen, daß von dieser nachträglichen Kenntnisnahme betreffs verschiedener für die Vorstellungen über Gebirgsbildung bedeutsamer Umstände und Ansichten eine ausgesprochene Einflußnahme auf das, was man die Suess'sche Theorie nennt, kaum noch zu erwarten war.

Wenn aber auch aus allen diesen Erörterungen keine wesentliche Modifikation der eigenen Ansichten des Meisters hervorging, soweit dieselben überhaupt noch aufrecht blieben, so zeigt sich doch, daß Suess im Laufe der von ihm unternommenen Arbeit sich mehr und mehr der Kompliziertheit der von ihm behandelten Probleme bewußt geworden ist. So wird es auch verständlich, daß er in seiner letzten Abhandlung [3]) den Ansichten, die er bei dem „Versuche, die Gesamtheit der Erdoberfläche zu überschauen“ entwickelt hatte, nur den Wert einer „Arbeitshypothese“ zuerkennt. Wenn er dort aber sagt, daß er von der Idee ausgegangen sei, die Dislokationen der Erde seien das Ergebnis von Vorgängen, die aus der Verringerung des Volums unseres Planeten hervorgehen, so meint er doch gewiß nicht die Kontraktionstheorie im allgemeinen, die als solche ja viel älter ist, als die Suess'schen Ausführungen, sondern die besondere Gestalt, die er dieser Theorie gegeben hat und welche nach seiner Absicht zu weiterer Forschung anregen sollte.

Vulkane.

Einige wichtige Punkte der Suess'schen Hypothese konnten in der gegenwärtigen Darstellung bis jetzt noch nicht näher erörtert werden, sondern wurden nur gelegentlich im Vorübergehen gestreift. Obwohl nämlich alle Teile der betreffenden Vorstellungen unseres Autors untereinander in einem inneren Zusammenhange stehen oder doch ursprünglich standen, ist es doch nicht möglich, den verschiedenen Gesichtspunkten, die sich bei der Betrachtung jener Vorstellungen und ihrer gegenseitigen Beziehungen ergeben, gleichzeitig gerecht zu werden. Man tut also gut daran, die in Betracht kommenden Auffassungen einzeln zu analysieren, wobei man sich allerdings ihres Zu-

[1]) „Antlitz“, III/2, pag. 672.
[2]) Vgl. „Antlitz“, III/2, pag. 605 und 613.
[3]) Ueber die Zerlegung der gebirgsbildenden Kraft. (Mitt. der Wiener geol. Ges. VI. Bd., 1913, pag. 18.)

sammenhanges und Ineinandergreifens bewußt bleiben muß. Das bringt freilich mit sich, daß in dieser Auseinandersetzung stellenweise kurze Wiederholungen des schon Gesagten, bezüglich Hinweise darauf nicht ganz vermeidbar sind. Vielleicht wird das aber mancher Leser bequemer finden, als wenn durch das Unterlassen solcher Hinweise ihm die Zumutung gestellt wird, die verschiedenen Beziehungen, auf welche es jeweils ankommt, sich stets selbst vor Augen zu halten.

Das gilt zwar für den jetzt zu beginnenden Abschnitt unserer Darstellung nicht etwa in viel höherem Grade als für die früheren Kapitel, aber einmal mußte es ausgesprochen werden, um dem Vorwurf einer unnötigen Breite mancher Ausführungen zu begegnen, ein Vorwurf, der umso näher liegt, je weiter diese Darstellung fortschreitet und je öfter daher in dem Vorhergegangenen gewisse Dinge schon berührt wurden.

Würden die Leser oder sagen wir richtiger die Bewunderer des „Antlitz“ in ihrer Mehrzahl eine Analyse in der Form, wie sie hier neben der historischen Schilderung versucht wird, schon früher selbst vorgenommen haben, dann wäre allerdings sehr vieles, was in diesen Seiten steht, vollkommen überflüssig.

Wenn hier nunmehr einige Worte über die Ansichten gesagt werden sollen, die Suess bezüglich des Vulkanismus entwickelt hat, so möchten wir zunächst weniger an die großzügigen Gedanken erinnern, welche im letzten Bande des „Antlitz“ in dem Kapitel über die „Tiefen“ betreffend die Phänomene der eigentlichen vulkanischen Tätigkeit ausgesprochen wurden (dazu wird sich vielleicht später noch Veranlassung finden), als an das, was Suess über die Bedeutung des Vulkanismus im Verhältnis zu den tektonischen Fragen geäußert hat, weil das mit zum Wesen dessen gehört, was man die Suess'sche Theorie genannt hat.

Auch in dieser Beziehung läßt sich die Tätigkeit des großen Autors ziemlich weit zurück verfolgen. Die früher bereits kurz besprochene Arbeit über den alten Vulkan Venda bei Padua deutet vielleicht schon die betreffende Studienrichtung an. Weil es sich dort aber mehr um den Aufbau der vulkanischen Massen selbst handelt, ist sie für die genannte Theorie nur nebenher von Bedeutung Wenn wir dagegen die Beziehungen des Vulkanismus zur Gebirgsbildung besprechen wollen, wie sich dieselben dem Autor darstellten, so treffen wir in dessen Studien über italienische Erdbeben und über den Bau der italienischen Halbinsel (vgl. weiter oben) schon verschiedene der hier in Betracht kommenden Ideen angedeutet und insbesondere müssen wir uns auch wieder an die betreffenden Ausführungen in der „Entstehung der Alpen“ erinnern, wenn wir einerseits die Entwicklung jener Ideen verfolgen, andrerseits im Anschluß daran die Stellungnahme einiger anderen Autoren zu diesen Ideen berücksichtigen wollen.

„Die Vulkane sind Nebenerscheinungen, welche an klaffenden Stellen hervortreten“, schreibt dort (l. c. pag. 51) der Autor, indem er einen unmittelbaren Zusammenhang der Bildung von einseitigen Gebirgsketten mit dem Absinken der Schollen ins Auge faßt, welches nach seiner bekannten damaligen Auffassung auf der Innenseite der betreffenden Ketten vor sich ging, wobei er diese Senkungen selbst

(l. c. ebenfalls pag. 51) auch ihrerseits als Nebenerscheinungen ansah, die nicht als Ursache der Aufrichtung der Ketten zu gelten hätten.

Speziell die letztgenannte Behauptung darf man allerdings, nebenbei bemerkt, wohl nicht als einen notwendigen Bestandteil der viel besprochenen Theorie ansehen.

Daß diese Auffassung nämlich nicht ganz im Einklang stand mit einem Teil gerade der älteren Vorstellungen des Autors über die Rolle der Senkungsfelder, von deren Seite her der einseitige Druck bei der Gebirgsbildung ausgehen sollte, bedarf nach den früheren Ausführungen der heutigen Schrift wohl kaum einer näheren Erläuterung. Jedenfalls haben Senkungen und Senkungsfelder, wie wir vorher gesehen haben, bei Suess eine viel größere Bedeutung als die Vulkane.

Unser Autor beruft sich dann (z. B. pag. 57) auf die Verhältnisse an der Innenseite der italienischen Halbinsel, wo „heute noch tätige Vulkane“ stehen und findet (l. c. pag. 60) eine Analogie dazu in der „Rolle, welche den Vulkanen der pacifischen Küste an der Innenseite der innersten Kette des westlichen Nordamerika zufällt“. Auch die Stellung des Ararat und der mit diesem verbundenen Vulkanreihe (l. c. pag. 48) am Rande eines Senkungsfeldes wurde hervorgehoben und man weiß, daß auch das Auftreten der ausgedehnten Eruptivmassen, welche die ungarische Seite der Karpathen begleiten, wie nicht minder die Basalte und Phonolite auf der böhmischen Seite des Erzgebirges als in den Rahmen dieser Betrachtung passend angesehen wurden. Man erinnere sich übrigens hier wieder des bereits früher in etwas anderem Zusammenhange von Suess gebrauchten Bildes von der verletzten und durch einseitigen Druck in Falten gelegten Haut und dem mit dem Ausbruch von Vulkanen verglichenen Blut, welches auf der Innenseite jener Hautfalten hervordringt.

Auch im ersten Bande des „Antlitz“ wurden noch ähnliche Ansichten vertreten und beispielsweise die „Vulkanbogen als Bruchränder von weiten Senkungsfeldern“ angesehen (l. c. pag. 586), wie wir aus der im Schlußbande (III/2, pag. 672) gegebenen Interpretation der betreffenden (nicht durchwegs klaren) Ausführungen ersehen [1]).

Es erscheint aber von vornherein wohl ausgeschlossen, daß Suess durch die Hervorhebung dieser Beziehungen zwischen einseitigen Gebirgen, Senkungsfeldern und Vulkanen ein ganz allgemeines Gesetz aufstellen wollte, wenn er auch ursprünglich vielleicht glaubte, wenigstens einem großen Teil der in Frage kommenden Erscheinungen durch seine Darstellung beizukommen.

Die Basaltausbrüche im Grauwackengebiet bei Freudental und Troppau in Oesterr.-Schlesien oder im Carbon von Ostrau, die Kratere der Eifel und die Vulkane der Auvergne stehen nicht am Rande von Senkungsfeldern, wie sie sich auf der Innenseite von Faltengebirgen befinden sollten. Die letzteren gehören sogar einem Gebiet an, welches von Suess direkt als eines der alten Massive auf der Außenseite der Alpen angesehen wurde. Viele und zudem recht große Vulkane

[1]) In der hier zuletzt erwähnten Stelle werden übrigens Zweifel an der früheren Auffassung angedeutet.

stehen überdies direkt innerhalb von Gebirgsketten und sind diesen aufgesetzt.

Das alles war ja natürlich dem Autor der „Entstehung der Alpen“ wohlbekannt, wenn er es auch damals unterließ, ausdrücklich auf diese Tatsachen hinzuweisen [1]). Es entsprach aber vielleicht seiner impulsiven Natur, die Ideen, die er mit einer gewissen Plötzlichkeit gefaßt hatte, durch die Berücksichtigung von Nebenumständen nicht allzu sehr zu belasten oder einzuschränken. Nur in bezug auf die Stellung des Aetna und des Vultur, welche auf der dem Tyrrhenischen Senkungsfeld entgegengesetzten Seite der dieses umrahmenden Gebirge stehen, hat derselbe selbst schon in seiner Abhandlung über die Erdbeben Süditaliens auf den betreffenden Umstand aufmerksam gemacht, ebenso wie er von den mehr gegen den zentralen Teil jenes Senkungsfeldes gelegenen Liparen eine solche randliche Stellung nicht behauptet hat. Die exzeptionell erscheinende Stellung des Vultur den Apenninen gegenüber erklärte er durch den Hinweis auf eine mit der Tektonik dieses Gebirges zusammenhängende Erdbebenlinie, auf welcher der genannte Vulkan stehe. Aehnliches betonte er für den Aetna und dessen Verhältnis zum peloritanischen Gebirge.

Es kam ihm ganz augenscheinlich nur darauf an, eines der Verhältnisse besonders hervorzuheben, unter denen das Auftreten von Vulkanen stattfinden kann und auf die Beziehung dieses Verhältnisses zur Gebirgsbildung aufmerksam zu machen.

Wenn er dabei das Auftreten der Vulkane als eine Begleiterscheinung der Gebirgsbildung bezeichnete, so konnte er das natürlich auch nur für solche Gebirge meinen, wo Vulkane vorhanden sind. Daß die Vulkanreihe der Anden in Peru eine große Unterbrechung aufweist, daß dem Himalaja die Vulkane fehlen und daß im Uebrigen in bezug auf letzteres Gebirge nur das ostindische Vorland jüngere Eruptivbildungen aufweist, die dort allerdings mächtige Decken bilden, aber nicht an der von der Hypothese hauptsächlich in Aussicht genommenen Stelle auf der Innenseite des Gebirges auftreten, war ihm ja bekannt. Auch kann man sich keinen Augenblick vorstellen, daß ihm diese Tatsachen bei Aufstellung seiner Hypothese nicht gegenwärtig waren. Er wußte also, daß es sich nicht um eine notwendige Begleiterscheinung der Gebirgsbildung bei den vulkanischen Aktionen handelt, sondern nur um ein Phänomen, welches stellenweise (im Sinne seiner Anschauung) mit der Gebirgsbildung im engeren Zusammenhange steht.

Aber auch diese eingeschränkte Vorstellung ist, wie so manche andere des großen Autors, nicht ohne Widerspruch geblieben. Insbesondere hat der Italiener Lorenzo in seiner umfangreichen und mit großer Literaturkenntnis abgefaßten Monographie über den Vultur [2]) gezeigt,

---

[1]) Später ist das jedenfalls geschehen. Wenn der Autor auch einmal die Stellung solcher Vulkane wie Kasbek und Demavend inmitten von Gebirgsketten als eine ausnahmsweise Erscheinung behandelte (vgl. oben pag. [133] dieser jetzigen Darstellung), so wird doch an anderen Stellen die ähnliche Stellung der meisten Vulkane der Anden als eine dem Gebirge aufgesetzte gedacht („Antlitz“, III/2, pag. 533, 538 und 547). Vgl. dagegen freilich auch oben pag. [121].

[2]) Studio geologico del Monte Vulturo, Napoli 1900.

daß die Tektonik der Apenninen bereits einem fertigen Zustand entsprach, als der Vultur und die anderen italienischen Vulkane entstanden. Lorenzo beruft sich zum Vergleich mit dieser Tatsache unter Anderem auch auf meine schon 1878 erschienene Schrift über den Demavend[1], in welcher ich aussprach, daß die Alburskette in Persien schon fertig dastand, ehe dieser große Vulkan entstand und daß sogar die Erosion in dieser Kette, wie aus den Verhältnissen der Terrassen des Herastales zu schließen war, schon vor der eruptiven Aktion daselbst in der Hauptsache ihre heute sichtbare Wirksamkeit zur Geltung gebracht hatte. Ganz dasselbe — sagt Lorenzo — treffe beim Vultur zu.

Löwl, der in seiner Geologie auch die Gleichzeitigkeit der vulkanischen Ausbrüche auf der Innenseite der Karpathen mit der Entstehung dieser Kette bestreitet, deren wesentlichste Grundzüge bereits vor jenen Ausbrüchen bestanden hätten, hält diese Ausführungen Lorenzos für sehr wichtig. Er schreibt (l. c. pag. 226): „Die Vulkane Italiens haben demnach nichts mit den Störungen, die den Bau der Apenninen bewirkten, zu tun. Es ist das Verdienst Lorenzos, dieser Tatsache gegenüber der Auffassung von Suess zu ihrem Rechte verholfen zu haben. Was von den Apenninen und Karpathen gilt, wird gewiß auch in anderen Gebieten nachzuweisen sein. So ist es, um gleich den bedeutendsten Fall herauszugreifen, von vornherein klar, daß der quartäre Vulkanstrich der Anden nicht mit den alten tektonischen Störungen dieses Gebirges, sondern nur mit dessen jüngster Hebung in Verbindung gebracht werden darf. Wenn man den in Italien festgestellten Altersunterschied der Gebirgsbildung und der Eruptionen außer acht läßt, wird man immer in den Fehler verfallen, aus der geographischen Verbreitung der Vulkane falsche geologische Schlüsse zu ziehen.“ Löwl fügt in teilweisem Zusammenhange mit dieser Bemerkung (l. c. pag. 227) hinzu, der pacifische Vulkankranz „liegt auf den Rändern des großen ozeanischen Beckens und wird gar nicht davon berührt, daß in dem älteren Bau dieser gehobenen Ränder auf der amerikanischen Seite Falten und auf der asiatischen Brüche den Ausschlag geben. Ein naiver Kartenbeschauer kann leicht auf den Gedanken kommen, daß die sinkende pacifische Scholle des Magma ringsherum ausquetscht“.

Löwl scheint also der Meinung gewesen zu sein, daß die geographische Methode (von welcher in der gegenwärtigen Darstellung weiter oben etwas ausführlicher gesprochen werden mußte), und besonders das Anschauen der Karten im gegebenen Falle unseren alten Meister zu einem Irrtum verleitet habe.

In gewissen anderen Fällen als bei den hier erwähnten Beispielen ist übrigens ein ähnliches Verhältnis zwischen den Vulkanen und den damit verbundenen Gebirgen, wie es so eben für den Vultur und den Demavend hervorgehoben wurde, Suess wohl bekannt gewesen oder doch wenigstens ziemlich bald nach der Schrift des Jahres 1875 bekannt geworden. Wir sehen das bei dessen Beschreibung des malaischen Bogens, wo es bezüglich der Vulkane von Sumatra heißt[2]:

---

[1]) Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1878.
[2]) „Antlitz“, 1. Bd., pag. 586 und 587.

„Die jungen Vulkane sitzen auf dem fertigen Faltengebirge und der Fuß ihrer Aschenkegel schmiegt sich in seine ausgewaschenen Täler, ein untrügliches Zeichen der Notwendigkeit, ihr Erscheinen als eine weit spätere, der Faltung des Gebirges nachfolgende oder doch nur ihre jüngsten Phasen begleitende Erscheinung aufzufassen.“

Eine Nutzanwendung dieser ganz richtigen Vorstellung auf die Theorie, wie sie aus den italienischen und karpathischen Verhältnissen abgeleitet worden war, ist allerdings unterblieben.

Nun dürfen wir allerdings den Angriffen Lorenzos und Löwls gegenüber nicht darauf vergessen, daß der wesentliche Unterschied des Alters gewisser Gebirge im Vergleich zu den betreffenden jungen Vulkanausbrüchen Suess nicht blos bezüglich Sumatras bekannt war. So schreibt derselbe beispielsweise („Entst. d. Alpen“, pag. 59) ausdrücklich: „Es ist als gewiß anzunehmen, daß ein großer Teil des Apennin bestand, bevor zur mittleren Tertiärzeit die Aufrichtung der Molasse am Nordfuß der Alpen erfolgte.“ Folglich mußte der Autor auch die Präexistenz des Apennin den Vulkanen gegenüber voraussetzen. Andrerseits jedoch betont er (z. B. l. c. pag. 55) in Bezug auf Alpen, Pyrenäen, Apenninen und Kaukasus, „daß die Bewegungen, welche die Aufrichtung dieser Ketten herbeigeführt haben, bis in eine verhältnismäßig junge Zeit“ fortdauerten. Es ist also immerhin möglich, daß er die Wirkung dieser Bewegungen bezüglich des mit denselben verbundenen Absinkens von Schollen auf der Innenseite der betreffenden Ketten im Hinblick auf das Hervortreten von Vulkanen sich so gedacht hat, daß sie erst in der letzten Phase jener Vorgänge zum Ausdruck kam. Damit würde der Einwand, den die genannten beiden Autoren hier der Auffassung von Suess entgegenstellten, sich teilweise widerlegen lassen. Anderseits würde freilich auch die Bedeutung des von dem Letzteren vermuteten Zusammenhanges der betreffenden Erscheinungen sehr abgeschwächt werden. Denn, wenn die Gebirgsbildung der Hauptsache nach ohne die Begleiterscheinung der Vulkane selbst in denjenigen Gegenden vor sich gehen konnte, wo Vulkane vorkommen (was, wie wir sagten, nicht überall der Fall ist), dann verliert diese Begleiterscheinung ihren besonderen tektonischen Wert.

Leider hat sich Suess in dieser Beziehung lange nicht aufklärend geäußert. Im ersten Bande des „Antlitz“ (pag. 198) hält er jedenfalls noch an der Auffassung fest, daß vulkanische Eruptionen an Senkungen auftreten und auch aus einer Stelle seines 1902 erschienenen Vortrages über heiße Quellen (pag. 6, oben) läßt sich folgern, daß der „Einfluß dynamischer Vorgänge, wie etwa benachbarter Senkungen“ nach der Auffassung des Vortragenden mit der Entstehung der Vulkane verknüpft ist, allein von einer Beziehung auf das eventuelle zeitliche Zusammentreffen dieser Erscheinungen ist in diesen Fällen nicht die Rede. Erst im Schlußbande des „Antlitz“ (pag. 671), wo von dem Auftreten von Vulkanen auf „disjunktiven Linien“ gesprochen wird, heißt es, daß „ein, wenn auch nur teilweiser Einfluß der Faltung auf Disjunktion nur verständlich ist, wenn die faltende Bewegung gleichzeitig vorhanden ist“.

Nach dieser Aeußerung könnte man allerdings schließen, daß hinsichtlich eines Zusammenhanges zwischen der Tektonik gewisser Gebirge mit vulkanischen Phänomenen eine Beziehung noch als bestehend angenommen wurde. Jedoch zeigt sich, daß diese Beziehung nicht mehr allzu stark betont werden sollte [1]). Wenigstens als eine sozusagen unbedingte Begleiterscheinung der Bildung von Gebirgen schien man die Vulkane nicht mehr betrachten zu wollen.

Trotzdem mag es gut sein, wenn wir in der Negation der tektonischen Zusammenhänge zwischen Senkungen, Gebirgsbildung und eruptiver Tätigkeit nicht zu weit gehen. Die Einwände Lorenzos und Löwls führen zwar zu einer wesentlichen Einschränkung, aber nicht notwendig zu einer gänzlichen Beseitigung der betreffenden Ansichten.

Um Mißverständnisse zu vermeiden, sei übrigens noch ausdrücklich wieder daran erinnert, daß Suess der vulkanischen Tätigkeit keine hebende Gewalt zuschrieb, so daß er sogar den Lakkolithen nur in sehr begrenztem Maße einen Einfluß auf die Aufwölbung der über ihnen liegenden Bildungen zugestand [2]). Nach dieser Richtung hat der große Forscher, der überhaupt von Hebungen nicht viel hören wollte, einen Zusammenhang des Vulkanismus mit der Gebirgsbildung nicht gesucht und ist sich bis zum Ende treu geblieben.

Dennoch erlaubt uns in mancher anderer Hinsicht die Durchsicht des „Antlitz" einen Einblick in die Fortentwicklung der Anschauungen von Suess über den Vulkanismus und speziell über das Auftreten der vulkanischen Bildungen.

Das Kapitel über Vulkane, welches dem ersten Bande des besagten Werkes einverleibt ist (4. Abschnitt), wollen wir hier nur kurz berühren, obschon es gewiß nicht unwichtig ist. Es enthält hauptsächlich hoch interessante Ausführungen über die Art des Aufbaues der Vulkane selbst. Es enthält Untersuchungen an zerstörten vulkanischen Bergen, die zur Aufsuchung einer Denudationsreihe, wie der Verfasser das nennt, führen können und die sich deshalb als die Fortsetzung der Arbeit dartun, welche derselbe über den Vulkan Venda (vgl. früher) veröffentlicht hatte oder besser gesagt, als die Fortsetzung der betreffenden Studienrichtung. Die Endstelle der gesuchten Denudationsreihe bilden nach dem Autor bekanntilch die von ihm so genannten „Narben", für welche der syenitisch-granitische Gesteinszug nördlich von Brünn als Beispiel gilt, in Bezug auf welches aber, wie ebenfalls bekannt, die Meinungen geteilt sind [3]).

Allgemeine tektonische Beziehungen, wie sie für die Gebirgsbildungshypothese des Autors direkt in Betracht kommen könnten, sind in diesem Abschnitt weniger berührt, abgesehen von der Ent-

---

[1]) Ob die Aeußerungen von Suess, von denen noch in diesem Abschnitt wenige Seiten weiter bei Erwähnung der „Vorfaltung" die Rede sein wird, nähere Aufschlüsse über die Ansichten des Autors betreffs der hier berührten Fragen zu geben vermögen, überlasse ich der unbeeinflußten Entscheidung des Lesers.

[2]) Vgl. „Antlitz", III/2, pag. 43, wo es heißt, daß „ein Lakkolith wohl eine örtliche Aufblähung, aber niemals eine Gebirgskette hervorzubringen vermag."

[3]) Vgl. hierzu die gegenwärtige Darstellung pag. [73]—[75].

wicklung jener Idee von Hohlräumen, die sich mit Lava füllen (vgl. „Antlitz“, I. Bd., pag 220) und bei Auslösung tangentialer Spannungen an der Oberfläche diese Lava aus der „Macula“ hervortreten lassen. Wir konnten auf diese Darlegung schon bei einer früheren Gelegenheit aufmerksam machen [1]). Sie entspricht jedenfalls im Wesen noch ganz gut der Anschauung über die Art des tektonischen Zusammenhanges zwischen Vulkanismus und Gebirgsbildung, wie sie von Suess in den bisher erwähnten Auslassungen desselben betreffs dieses Punktes wenigstens anfänglich vertreten wurde.

Viel mehr neue Gesichtspunkte für die Behandlung der in Rede stehenden Frage hat uns der dritte Band des „Antlitz“ gebracht.

Besonders wichtig für die Anschauungen, zu welchen der Autor über das Verhältnis der vulkanischen Erscheinungen zur Oberfläche unseres Planeten schließlich gelangt ist, erscheint hier der Abschnitt über die Verteilung der Vulkane (Bd. III/2, pag. 664 etc.).

Hier wird ein Gegensatz zwischen der atlantischen und pacifischen Erdhälfte konstruiert und so gewissermaßen ein Analogon geschaffen zu dem bereits früher berührten Gedanken betreffend die Verschiedenheit der Umrandungen der Ozeane, nur daß es sich diesmal nicht allein um die Küsten als solche, sondern um die ganzen Land- und Inselgebiete handelt, die als Träger von Vulkanen in Betracht kommen.

Dieser Darstellung zufolge trifft man in der atlantischen Hälfte „diffuse“ vulkanische Felder, wie sie z. B. in Grönland, Island, den Faröern, Schottland und Irland vorkommen und zu denen auch die Effusivdecken des Dekkan-Trapp gehören. Dann sieht man Vulkane auf „disjunktiven, bezüglich durch Zerrung und Zerreißung entstandenen Linien“, wie sie besonders in oder neben den afrikanischen Gräben erscheinen. Außerdem gibt es „Gruppenvulkane“, zu denen beispielsweise die Azoren, Canarien und der größte Teil der capverdischen Inseln gehören, soweit dort vulkanische Bildungen auftreten, wobei es wie im Vorübergehen bemerkt werden kann, auffällt, daß nach der Ansicht des Autors ein gewisser Teil der capverdischen Ausbrüche in dieser Klassifikation von den übrigen Vulkanen dieser Gegend getrennt wird. (Vgl. III/2, pag. 666.)

Im pacifischen Gebiete gibt es dann trotz des vorausgesetzten Gegensatzes zwischen diesem und dem atlantischen Gebiete eigentlich ganz dieselben Kategorien von vulkanischen Erscheinungen. Wir haben hier „diffuse Felder“, wenn auch nur von geringer Bedeutung, und wir haben Vulkane auf „disjunktiven Linien“, denen „in der gesamten Peripherie Asiens wie in dem andinen Bau die Hauptrolle“ zufällt und denen auch die Vulkane der Antillenbögen zugezählt werden. Die letzteren gehören zwar geographisch zum atlantischen Gebiet, aber wir wissen ja, daß sie bei der Unterscheidung des pacifischen und atlantischen Typus von Anfang an eine zugelassene Ausnahme von der Regel gebildet haben. Dann gibt es auch Gruppenvulkane im

[1]) Vgl. hier wieder das Referat F. v. Hauers in den Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1883, pag. 185 und oben pag. [118] der heutigen Darstellung.

pacifischen Gebiet, nämlich zwischen den Ozeaniden, Hawai und der Westküste Amerikas, denen z. B. die Galapagos zugerechnet werden.

Der prinzipielle Unterschied aber in der Verteilung der verschiedenen Vulkane des pacifischen und des atlantischen Gebiets scheint demnach nur darin zu bestehen, daß bei dem ersteren noch eine vierte Kategorie hinzukommt, von der man also annehmen sollte, daß sie im atlantischen Gebiet fehlt, über welche (l. c. pag. 667) jedoch seltsamer Weise wörtlich Folgendes ausgesagt wird: „Die Vulkane der Alpiden bilden schon ihrer Entstehung nach eine Abteilung für sich. Hier findet man gemischte Merkmale vereinigt; während der kleine Zug von Andesit im südlichen Steiermark zugleich mit dem großen Tonalitzug der Ostalpen andine Kennzeichen an sich trägt, können die Liparen als ein Typus von Gruppenvulkanen angesehen werden."

Wenn es befremdlich erscheinen sollte, daß hier lauter europäische, also geographisch dem atlantischen Gebiet zufallende Vulkanausbrüche zum pacifischen Gebiet gerechnet werden und dabei als ein wesentliches, um nicht zu sagen, einziges Unterscheidungsmerkmal dieses Gebiets gegen das atlantische benützt werden, so ist daran zu erinnern, daß Suess die Untersuchungen Beckes aufgegriffen hat[1]), wonach man zwei Typen jungvulkanischer Gesteine unterscheiden kann, nämlich eine tephritisch-atlantische und eine andesitisch-pacifische Reihe, welche letztere unter anderem auch in den Karpathen und in der Tonalitzone der Alpen auftritt.

Dennoch möchte man glauben, es sei nicht wohlgetan, weil nicht ganz konsequent, zwei heterogene Einteilungsgrundsätze, wie den der räumlichen Verbreitung und Anordnung der eruptiven Massen und den der Zusammensetzung dieser Massen zu vermischen und in die Einteilung der Vulkangebiete in diffuse Gebiete, in Gebiete disjunktiver Linien und in Gruppenvulkane einen im Wesentlichen doch mehr petrographischen Gesichtspunkt hineinzubringen, wie er von Becke besprochen wurde. Derartige Inkonsequenzen tragen vielleicht noch mehr als andere, früher erwähnte Umstände dazu bei, manchem Leser das Verständnis der Ausführungen des Autors zu erschweren. Wenn Becke, worauf sich Suess (l. c. III/2, pag. 678) beruft, dem Unterschied zwischen tephritisch und atlantisch einerseits und andesitisch, bezüglich pacifisch andrerseits die Bedeutung beimißt, daß es sich im ersten Falle um Gebiete des Einbruchs durch radiale Kontraktion, im anderen um Gebiete der Faltung durch tangentialen Zusammenschub handle, so deckt sich doch dieser Unterschied keineswegs völlig mit dem Klassifikationsprinzip, welches Suess im Uebrigen anwandte. Man könnte höchstens sagen, daß dort, wo ein Zusammenschub stattgefunden hat, die Vulkane, die auf disjunktiven Linien auftreten sollen, nicht an ihrem Platze sind.

Aber als charakteristisches und unterscheidendes positives Merkmal für die Vulkane des pacifischen Gebiets bei einer geographischen Einteilung der Vulkane solche Eruptivbildungen anführen, die in Europa auftreten, heißt doch das Entgegenkommen des Lesers etwas stark auf die Probe stellen.

---

[1]) Vgl. „Antlitz", III/2, pag. 676–679.

Wenn es sich darum gehandelt hätte zu zeigen, daß dem von Suess gemachten geographischen Unterschiede der beiden Typen ein petrographischer Unterschied gleichsam parallel geht, dann hätte die Bezugnahme auf Beckes Untersuchungen eine logische Begründung gehabt, aber gerade in dem, was Suess vorgebracht hat, ist dieser Gesichtspunkt nicht zur Geltung gekommen.

Die große Begabung von Suess bekundete sich vornehmlich, wenn nicht in der Lösung, so doch im Erkennen und Erfassen von Problemen, in der Beleuchtung der dabei in Betracht kommenden Beziehungen und in der Eröffnung neuer Perspektiven für die Untersuchung der von ihm besprochenen Fragen sowie vor Allem auch in der Beschaffung eines reichen Tatsachenmaterials, welches mit diesen Perspektiven in Verbindung gebracht werden konnte, aber nach der Seite der Systematik lag jene Begabung nicht. Wenn das nach allen bisherigen Erörterungen noch eines Beweises bedurft hätte, so wäre derselbe durch die oben erwähnte Klassifikation der Vulkane als erbracht anzusehen. Daraus erklärt sich am besten, daß die große Synthese mit der wir uns in diesen Seiten beschäftigen, nicht dahin gelangte, einem einigermaßen haltbaren System zu entsprechen.

Durch die angegebene Einteilung der Vulkane wird übrigens, wie Suess selbst hervorhebt (l. c. pag. 667), das zu klassifizierende Material noch nicht vollständig untergebracht. Es gibt „große und kleine Vorkommnisse, die sich dieser Einteilung nicht fügen", also nicht einmal der, wie man meinen sollte, in ihrer Umgrenzung ziemlich elastischen Kategorie der „diffusen" Vulkangebiete zugezählt werden können. Der Autor führt eine ganze Menge solcher für die Klassifikation abseits stehender Vorkommnisse an, von denen hier als Beispiele vor Allem der Zug, der vom Yellowstone nach der Gegend des Snake River sich erstreckt, dann die Gipfelvulkane des Kaukasus, der Demavend in Persien, die Euganeen, sowie die Vulkane der Auvergne und der Eifel genannt sein mögen. Auch die Basalte, die vom Vogelsberg nach Böhmen ziehen, „deren jüngste Ausbrüche zwar nahe unter dem Bruche des Erzgebirges stehen, die aber im Osten auf der Höhe des Riesengebirges wieder erscheinen und weiter bis Ostrau verfolgt werden können", gehören zu diesen unfügsamen Vorkommnissen.

An dem letzterwähnten Beispiel ersieht man nebenbei, daß der Autor seine Ansichten über die Beziehungen der nordböhmischen Eruptivgesteine zum Südabfall des Erzgebirges nicht mehr in so bestimmter Form festgehalten hat, wie zuvor. Denn die bewußten Basalte, die von Mitteldeutschland nach den Sudeten ziehen, treten längs ihrer Erstreckung mit so verschiedenen tektonischen Verhältnissen in Beziehung, daß ihrem eventuellen Zusammenhange mit den Einbrüchen südlich vom Erzgebirge nicht mehr jene wesentliche Bedeutung zukommen könnte, wie im Falle der Beschränkung des betreffenden Vorkommens auf das nördliche Böhmen.

Uebrigens beweist ja auch der Wortlaut der zuletzt angeführten Aeußerung (insbesondere das Wörtchen „zwar"), daß das Auftreten der Basalte, „nahe unter dem Bruche des Erzgebirges" nur mehr als ein zufälliges aufgefaßt wird.

Wir verlassen aber jetzt die Besprechung jenes Klassifikationsversuches und der damit zusammenhängenden Ausführungen unseres Autors und greifen aus den Darlegungen des Schlußbandes noch einige andere Punkte heraus, welche für die Kenntnis der Vulkane in Betracht kommen können.

Von Interesse ist dabei insbesondere was über die Vulkane auf disjunktiven Linien auf Seite 671 dieses Bandes gesagt wird, wo von den Inselkränzen und Vulkanlinien die Rede ist. Es heißt dort: „Es ist unmöglich anzunehmen, daß die Inselkränze ursprünglich von gradlinigen vulkanischen Klüften begleitet waren und daß sie erst durch Faltung bogenförmig geworden sind. Indem die Vulkanlinien stets innerhalb der Vorfaltung erscheinen, befinden sie sich zugleich an der Stelle der größten Inanspruchnahme der gefalteten Serie. Sie werden aber nicht durch die Faltung erzeugt, sie gleichen vielmehr der Auslösung oberflächlicher Spannungen im Asphalt, und ihre autonomen Fortsetzungen verraten ihre Selbständigkeit.“

Dieser Satz gibt in mehr als einer Hinsicht zu denken. Wir wollen aber nur einige Punkte hervorheben.

Wir haben früher Gelegenheit gehabt, von der „Rückfaltung“ zu sprechen, aber in der heutigen Besprechung das Wort „Vorfaltung“ bisher nicht erwähnt. Was ist Vorfaltung? Suess schreibt darüber[1]: „Wenn in einem faltenden Gebirge Absenkungen auf im Streichen liegenden Sprüngen in solcher Weise sich ereignen, daß ein nach außen liegender Gebirgsteil gesenkt wird, daß also zum Beispiel in einem nordwärts faltenden Gebirge auf Ostwestsprüngen nordwärts von der Hauptregion der Faltenbildung das Land hinabsinkt, dann erfolgt weit größere Horizontalbewegung, als würde sie befördert durch vorliegende Senkung, das nennen wir Vorfaltung.“

Da demgemäß die Vorfaltung, mit der die Vulkanlinien verbunden sind, auf der Außenseite der betreffenden Faltengebirge stattfand, so erscheint das alte Schema von der bevorzugten Stellung der Vulkane auf der Innenseite der Ketten ganz wesentlich depossediert. Ferner ist es auffallend, daß die Vulkanlinien mit der „größten Inanspruchnahme der gefalteten Serie“ in Verbindung gebracht werden, während doch die Vorfaltung sich außerhalb der Hauptregion der Faltenbildung befindet, wie aus der mitgeteilten Definition des Begriffs Vorfaltung hervorgeht. Ueberdies wird uns gesagt, daß die Vulkanlinien mit der Genesis der Faltung eigentlich nichts zu tun haben. Diese Linien werden nicht durch die Faltung erzeugt und verraten durch autonome Fortsetzungen ihre Selbständigkeit.

Das würde also darauf hinauslaufen, daß Löwl und Lorenzo (vgl. oben pag. [167—169]) mit ihren Einwendungen gegen die früheren Ansichten von Suess nicht blos teilweise, sondern absolut im Rechte gewesen wären.

Zum Vergleich mit dem Gesagten kann man jedoch heranziehen, was („Antlitz“, III/2, pag. 580 u. 582) über die Vulkanbögen Ostasiens ausgeführt wurde. Dieselben stehen danach auf Sprüngen. In den betreffenden Vortiefen dieser Bögen sind Vulkane nirgends vorhanden,

[1]) „Antlitz“, Bd. I, pag. 184 unten und pag. 185.

„vielmehr gehören die Vulkane, welche die Inselkränze begleiten, ganz der gefalteten Kordillere an“.

Das stimmt wieder nicht zu der Auffassung von der Unabhängigkeit der Vulkane von der Faltung (was vielleicht umso auffallender erscheint, als wir es hier mit Ausführungen zu tun haben, welche ein und demselben Bande angehören) und das steht im vollsten Gegensatz zu dem angeblich autonomen Verhalten der Vulkanlinien, wenn es auch dafür umso besser zu jener „größten Inanspruchnahme der gefalteten Serie“ paßt.

Ich fürchte, es gibt selbst unter den gläubigsten Anhängern von Suess Niemanden, der im Stande ist, die Widersprüche, in welchem die letzterwähnten Aussprüche zu einander stehen, befriedigend aufzulösen. Trotzdem verbindet diese Aussprüche ein gemeinsames Band. Das ist der Gegensatz, in welchem sie sich gegen die ursprüngliche Hypothese unseres Autors befinden. Von den Vulkanen auf der Innenseite der Gebirgsbögen und von den Senkungsfeldern auf dieser Seite ist hier nicht mehr die Rede.

Hoch interessant und abgesehen von der Bezugnahme auf tektonische Fragen auch an sich sehr belehrend ist endlich, was Suess gleich am Beginn des Abschnitts über Vulkane im Schlußbande des „Antlitz“ (pag. 657 etc.) über das sagt, was er phreatische [1]) Explosionen nennt. Er beschreibt dort zum Beispiel die wichtigen Untersuchungen Brancas über die schwäbischen Vulkanembryonen und Archibald Geikies über die schottischen Necks (Hälse) im Süden von Dundee [2]) und er beschreibt die Diamanten führenden Schlote in Südafrika, die er derselben Kategorie von Erscheinungen beizählt. Bei dieser Gelegenheit nimmt er ausdrücklich seine frühere Ansicht über das kreisförmige Ries bei Nördlingen zurück, wonach diese Bildung ein Einbruchsfeld sein sollte. Weitere Untersuchungen, schreibt er, hätten ihn gelehrt, daß das Ries durch eine phreatische Explosion erzeugt wurde. Daß übrigens auch die anderen phreatischen Vorkommnisse mit Senkungen, bezüglich auch mit Faltungen wenig zu tun haben, ist ziemlich augenscheinlich.

So sehen wir, daß sich dem großen Autor beim Verfolg seiner Studien auch bezüglich des Auftretens der Vulkane mehr und mehr die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen und Vorgänge enthüllt hat, durch welche die Natur die Ermittlung einfacher Gesetze für diese Vorgänge so oft erschwert. Aber wer wollte leugnen, daß gerade der tiefere Einblick in diese Mannigfaltigkeit der große Gewinn ist, den wir aus der Entwicklung der Ansichten von Suess zu ziehen im Stande sind?

---

[1]) Die Bezeichnung ist von dem griechischen Worte τὸ φρέαρ abgeleitet, offenbar weil der oberflächliche Umriß der betreffenden Eruptionskanäle auf brunnenartige Löcher deutet, wobei man allerdings für den Durchmesser der von eruptivem Material ausgefüllten Löcher zumeist nicht den kleinen Maßstab für gewöhnliche Ziehbrunnen anzuwenden hat.

[2]) Von denen man an der Küste einige Kilometer hinter St. Andrews ein sehr schönes Beispiel sehen kann.

Sekulare Hebungen und Senkungen in Verbindung mit Schwankungen des Meeresspiegels.

Es ist in diesen Seiten wiederholt angedeutet worden, daß die theoretischen Spekulationen von Suess nicht bloß in weiten Kreisen der Fachgenossen großen Anklang gefunden, sondern daß sie (wenigstens für längere Zeit) auch eine Art von Vorherrschaft auf dem Gebiete der modernen Tektonik erlangt haben. Oft genug durfte jedoch auch gezeigt werden, daß es in den meisten Fällen an Einwendungen gegen jene Spekulationen nicht gefehlt hat, wobei noch zu erwähnen ist, daß die gegenwärtige Darstellung nicht den Anspruch erhebt, die betreffenden Meinungsverschiedenheiten vollständig zu berücksichtigen.

Wenn diese Einwände oder Bedenken auch nicht überall sich sofort Geltung verschaffen konnten (und wir haben ja gesehen, daß dies sehr oft nicht der Fall war), so haben sie doch den Beweis erbracht, daß die Zeitgenossen unseres großen Autors nicht sämtlich oder doch nicht immer dauernd unter dem Druck jener Hypnose standen, welche von dessen hochbedeutender Persönlichkeit ausging und bei vielen Lesern oder Hörern des Meisters ein selbständiges Urteil, sowie das Bedürfnis einer sachlichen Kritik gar nicht aufkommen ließ.

Nicht bloß hat sich von Zeit zu Zeit bald hier, bald dort eine kritische Bemerkung vernehmen lassen, durch welche manche Auffassung des geistvollen Mannes in Zweifel gezogen wurde; es gibt sogar wenig Punkte im Bereich jener Spekulationen, die bisher von solchen Zweifeln unberührt blieben. Das gilt natürlich in erster Linie für diejenigen Fälle, in welchen ältere Lehrmeinungen durch die Erörterungen des großen Autors erschüttert zu werden schienen.

Mehr als Alles jedoch, was Suess über einseitige Faltung und einseitigen Schub, über Stauungen und Zusammenbrüche, über Leitlinien, Gebirgsbögen und was damit zusammenhängt oder schließlich über Vulkane vorgebracht hat, verstieß gegen die zur Zeit seines Auftretens herrschenden Ansichten die Lehrmeinung, welche er über das Problem der sekularen Hebungen und Senkungen aufstellte. Wir können deshalb nicht umhin, auch über diesen Punkt hier zu sprechen, zumal diese Lehrmeinung einen ganz wesentlichen Teil der theoretischen Anschauungen des berühmten Geologen bildete.

Schon im 6. Kapitel der „Entstehung der Alpen“, in welchem in so äußerst lehrreicher Weise die Frage der marinen Transgressionen behandelt wurde, hat Suess (l. c. pag. 104) den Zweifel geäußert, ob die bis dahin geltenden „Voraussetzungen von lokalen Hebungen und Senkungen überhaupt ausreichen, um diese zeitweiligen Ueberflutungen großer Strecken zu erklären“ und indem er an einer anderen Stelle (ibidem pag. 117) diesen Zweifel wiederholte, wies er im Besonderen auf die Transgression der oberen Kreide hin, welche von fast universeller Ausbreitung gewesen sei. Daran anknüpfend betonte er die Wahrscheinlichkeit, daß eine allgemeinere Ursache der Großartigkeit derartiger Erscheinungen zu Grunde liegen dürfte. „Zeitweilige Erweiterungen der Meere“, so fährt er (l. c. pag. 119) fort, „welche

mit allgemeinen Aenderungen des Klimas zusammenfallen", müßten stattgefunden haben, und es werde notwendig sein, den Ursachen dieser Vorgänge nachzuspüren. Auch die Eiszeiten wurden mit derartigen Vorgängen in Verbindung gebracht, und unter Bezugnahme auf die Theorien von Adhémar, Croll, Schmick und Anderen angedeutet, daß vielleicht die Bewegungsgesetze des Himmels, also astronomische Erfahrungen mit der Erörterung jener Ursachen in Verbindung gebracht werden könnten.

Dieser Abschnitt ist einer der glänzendst geschriebenen des erwähnten Buches. Wenn die Bemerkungen, die darin über erratische Blöcke des Diluviums und über die exotischen Blöcke des Flysch enthalten sind, den heutigen Vorstellungen über diese Vorkommnisse auch nicht mehr völlig entsprechen, so liegt das zum Teil (wenigstens bezüglich des Erraticums) an den damals darüber noch verbreiteten Meinungen, wie zum Beispiel an der Drifthypothese und ändert vielleicht auch heute noch wenig an dem Eindruck, den die großzügige Auffassung des Autors auf den Leser macht.

Bemerkenswert erscheint übrigens noch eine besondere Frage, die Suess im Verlauf dieser seiner Ausführungen noch aufwirft (l. c. pag. 117), die Frage nämlich, ob nicht dieselbe allgemeine Ursache, welche diese Transgressionen bewirken dürfte, auch der „bald viel engeren, bald viel weiteren Verbreitung einzelner Formationen" zu Grunde liegen könnte. Hier schimmert wieder das schon weiter oben (vgl. pag. [29]) hervorgehobene Bestreben des Autors durch, eine natürliche und für die ganze Erde durchgreifende Einteilung der Formationen zu finden, im Gegensatz zu den Abschnitten, welche auf Grund des Studiums einzelner als typisch für gewisse Entwicklungen geltender Gebiete von den Vertretern unserer Wissenschaft bisher bei der Gliederung der Formationsreihe benutzt worden sind.

Wenn die erwähnten „zeitweiligen Erweiterungen der Meere", schreibt Suess (l. c. pag. 119 unten und 120), „abhängig sind von den Bewegungsgesetzen des Himmels, wird man auch, ohne die absolute Zeitdauer der einzelnen Abschnitte zu kennen, einen gewissen Grad von Periodizität annehmen dürfen und folglich in der Vergangenheit des Erdballs eine Anzahl von Abschnitten von wahrscheinlich gleich langer Dauer unterscheiden können. Und selbst wenn eine solche Periodizität nicht zugestanden würde, wäre doch irgend ein natürlicher Anhaltspunkt für die Klassifikation der geschichteten Gebirge gegeben, deren Gruppierung in Formationen jetzt — gestehen wir es — den Charakter eines künstlichen Systems an sich trägt und in mancher Beziehung eine andere wäre, wenn die ersten klassifikatorischen Arbeiten nicht im nördlichen, sondern im südlichen Europa ausgeführt worden wären."

Dieser Ausspruch zeigt wohl deutlich genug, worauf in letzter Linie die weitere Arbeit des Verfassers hinauslaufen sollte, soweit dabei die Verhältnisse der sekularen Niveau-Veränderungen in Betracht kamen. (Vgl. auch „Antlitz", I. Bd., pag. 14—18.)

Gleichviel aber, ob wir ein solches Bestreben für aussichtsreich oder überhaupt für notwendig halten, so erkennen wir doch auch im gegebenen Falle den Eifer eines Autors, der sich seine hohen Ziele

nicht weit genug stecken konnte, was an derartigen Beispielen zu zeigen für das Verständnis der geistigen Zusammenhänge in den Arbeiten von Suess von Wert sein mag.

Bezüglich dieses Verständnisses mag aber im Uebrigen wieder daran erinnert werden, daß Suess niemals der Annahme einer gleichmäßigen Entwicklung der erdgeschichtlichen Vorgänge zugestimmt hat, wie wir das schon aus der Interpretation seiner Ansichten durch einige seiner anhänglichsten Schüler (zum Beispiel Uhlig und Fuchs) ersehen konnten und wie das unter Anderem auch schon weiter oben in der Darstellung der Beziehungen unseres großen Autors zur Deszendenzlehre gezeigt werden durfte. Suess glaubte an zeitweise eintretende allgemeine Umwälzungen, die in der Aufeinanderfolge der Formationen sich geltend machten [1]).

Ziemlich bezeichnend dafür ist aus seiner hier schon mehrfach erwähnten Abschiedsvorlesung eine Stelle [2]), welche ich schon bei jener Besprechung des Verhältnisses von Suess zu Darwin hätte anführen können, an die zu erinnern mir aber hier noch besser am Platze scheint. Der Redner sagte dort, die Paläontologie lehre, „daß die Terminologie für die einzelnen durch ihre Fossilreste bezeichneten Abteilungen der geschichteten Gebirge Anwendung findet über den ganzen Erdball. Es müssen daher von Zeit zu Zeit irgendwelche allgemeine, den ganzen Planeten umfassende Veränderungen der äußeren physischen Verhältnisse eingetreten sein. Man sieht auch nicht eine stetige und ununterbrochene Abänderung der organischen Wesen, wie sie etwa aus einer stetigen Abänderung der Zuchtwahl hervorgehen möchte. Es sind im Gegenteil ganze Gruppen von Tierformen, welche erscheinen und verschwinden [3]). Darwin suchte diesen Umstand durch Lücken unserer Kenntnis zu erklären, aber heute sieht man deutlich, daß diese angeblichen Lücken eine viel zu große horizontale Erstreckung besitzen.“

Es mag erlaubt sein, hierzu einige Bemerkungen zu machen, bevor wir in Einzelheiten eingehen.

Auf die Frage der Formationseinteilung und der Transgressionen angewendet, bedeutet der eben erwähnte Ausspruch jedenfalls, daß beispielsweise die Grenze des Kohlenkalks gegen das produktive Karbon auf der ganzen Erde zeitlich zusammenfällt, oder daß die Aera des Rotliegenden und des bunten Sandsteins allenthalben, wo diese Bildungen auftreten, genau demselben Zeitabschnitt entspricht, und vor Allem heißt das, daß die verschiedenen Transgressionen überall so gut wie gleichzeitig eingesetzt haben.

Nun ist die Terminologie der Formationen, auf deren allgemeine Giltigkeit sich Suess beruft, trotzdem er doch augenscheinlich bestrebt war, eine bessere Grundlage für dieselbe zu finden, zunächst doch nur ein Mittel der Verständigung, welches wir mit Recht anwenden, um die Uebersicht über die Aufeinanderfolge der zahlreichen

---

[1]) Vgl. oben pag. [29] der gegenwärtigen Schrift.

[2]) L. c. pag. 2.

[3]) Vgl. dazu das auf pag. [27]—[29] der heutigen Darstellung besprochene Citat aus dem „Antlitz der Erde“.

Schichtreihen zu erleichtern. Wir können aber nicht diese Terminologie, bezüglich die ihr entsprechende Formationseinteilung in dem gegebenen Fall als Beweismittel benützen dafür, daß mit demselben Ausdruck auch genau derselbe geologische Zeitabschnitt gemeint ist, das hieße, eine Behauptung durch sich selbst erweisen wollen.

Abgesehen davon, darf man sich auch daran erinnern, daß es schließlich wohl in allen Formationsabteilungen sich vertretende Fazies gibt und daß dadurch schon allein die Vorstellung von einer unbeschränkten horizontalen Erstreckung jeweilig ein und derselben Bildungen als zu weitgehend erscheint, so daß die Gleichzeitigkeit gleichartiger Bildungen keine durchgreifende sein kann.

Ist also bei unserer Terminologie die absolute Gleichzeitigkeit der einander gleichgestellten Ablagerungen verschiedener Gegenden keine notwendige Annahme, so gilt die betreffende Einschränkung auch für die Diskussion der Transgressionen.

Es würde uns zu weit von dem Ziele unserer Darstellung ablenken, wenn das hier im Einzelnen durchgesprochen werden müßte. Doch sei bemerkt, daß selbst die Transgression der oberen Kreide, die doch eine der auffallendsten unter den hier in Betracht kommenden Tatsachen ist, nicht überall zu ganz gleicher Zeit eingetreten ist. Abgesehen davon, daß zwischen Cenoman in dem einen und Cenoman in dem anderen Falle, namentlich bezüglich weit von einander entfernter Gegenden ein gewisser, wenn auch nicht bedeutender Unterschied bestehen mag, braucht man sich nur an das Auftreten der oberen Kreide in Galizien und Podolien oder an das der Gosaubildungen in den Alpen zu erinnern, um zu erkennen, daß in manchen Gegenden erst die letzte Epoche der jüngeren Kreidezeit ein allgemeineres Vordringen des Meeres gesehen hat. Auch sonst haben neuere Untersuchungen gezeigt, daß an manchen Stellen das transgredierende Vordringen der betreffenden Ablagerungen nicht überall zur selben Zeit eingesetzt zu haben scheint. Ein mir gerade zur Hand liegendes Beispiel dafür liefern die Verhältnisse des mährisch-schlesischen Grenzgebirges, über welche ich in meiner Abhandlung über die Gegend von Landskron und Gewitsch unter Anderem gerade auch bezüglich der hier vorliegenden Frage berichtet habe [1]). Dort liegen stellenweise unterturone Absätze direkt auf dem älteren Gebirge ohne Zwischenschiebung des anderwärts in jenem Gebiet allerdings vorhandenen und den Absatz der Kreide einleitenden Cenomans.

Zur Erläuterung dessen, was hier gemeint ist, mag es erlaubt sein, noch einige Vergleiche aus einem anderen historischen Gebiet heranzuziehen und wieder einmal auf die Entwicklungsgeschichte der Menscheit zu verweisen.

Denken wir zunächst an die Aera der Eisenbahnen. Dieselbe hat in Europa jedenfalls früher begonnen als in Afrika oder im Innern Brasiliens, und in Thibet hat sie noch gar nicht angefangen. Andrerseits ist es doch sicher, daß die Aera der paläolithischen Steinzeit mit ihren Merkmalen in manchen Gebieten länger gedauert hat als in den alten Kulturländern. Die größeren oder kleineren Abschnitte,

[1]) Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1901, zum Beispiel pag. 665 und 692.

welche die Historiker in der Geschichte der Menschheit machen, um eine übersichtliche Gliederung des betreffenden Tatsachenmaterials zu ermöglichen, sind überhaupt, man kann wohl sagen durchgängig, nur auf die Ereignisse gegründet, die sich bei einzelnen Völkergruppen als wichtig erwiesen haben, und wenn man zum Beispiel die Grenze zwischen Mittelalter und Neuzeit mit der Entdeckung Amerikas und der Reformation in Verbindung bringt, so bleiben wir uns doch dessen bewußt, daß diese Ereignisse sich für die Einteilung der Geschichte solcher großer Länder wie China oder Sibirien in besondere Zeitabschnitte nur wenig eignen.

Für Solche aber, die sich große Veränderungen gern an allgemeinere Katastrophen gebunden denken, mag es gut sein, sich daran zu erinnern, daß selbst katastrophale Ereignisse, wie der Untergang des alten römischen Reiches zur Zeit der sogenannten Völkerwanderung, sich nicht ganz plötzlich vollzogen haben und daß nirgends und niemals die Fäden, die von der Vergangenheit in die jeweilige Zukunft hinüberführen konnten, ganz abgerissen worden sind.

Die Nutzanwendung dieser Betrachtung auf die erdgeschichtlichen Fragen scheint mir ziemlich einfach, sei es nun, daß man an die mehr oder weniger absolute Gleichzeitigkeit gewisser Ereignisse und Zustände und eine darauf zu gründende Einteilung der Formationen denkt, sei es, daß man den gewaltsamen Charakter einzelner Ereignisse und deren plötzliches Eintreten im Hinblick auf deren universelle Bedeutung zu überschätzen geneigt ist.

Wir wollen übrigens bald bei einem mehr spezialisierten Gegenstande, nämlich bei der Besprechung der vermuteten Gleichzeitigkeit der norwegischen und patagonischen Küstenterrassen auf analoge Vergleiche zurückkommen, wodurch die betreffenden Fälle vielleicht anschaulicher gemacht werden können als durch sonstige lange Auseinandersetzungen.

Die Bedeutung des Suess'schen Gedankens, um den es sich speziell hier handelt, braucht indessen wegen des soeben Gesagten keineswegs unterschätzt zu werden, wenn man diesen Gedanken so zu sagen in allgemeineren Umrissen auffaßt. Aber bezüglich der absoluten Gleichzeitigkeit und auch der relativen Plötzlichkeit, welche — wie wir früher sahen — sich durch eine „große Beirrung" des organischen Lebens bekundet haben soll [1]), scheint eine Einschränkung der erwähnten Auffassung angebracht zu sein.

Dieser Teil der Suess'schen Ansichten betrifft übrigens nur die Frage der Schwankungen des Seespiegels, welcher sich (III/2, pag. 690) sprungweise ändern soll, und noch nicht unmittelbar die

[1]) Vgl. pag. [31] der heutigen Darstellung. Man mag hier auf der anderen Seite hervorkehren, daß sich in den Schriften von Suess verschiedene Stellen finden (und es sind solche Stellen auch in der jetzigen Darstellung angeführt worden), denen zufolge der Autor langsam und daher allmählich stattfindende Vorgänge anerkennt, wie sie eventuell auch dem von Uhlig getadelten und in Gegensatz zu den Suess'schen Vorstellungen gebrachten Quietismus der Lyell-schen Grundsätze entsprechen würden (s. oben pag. [78]). Es ist indessen aus der gegenwärtigen Besprechung wohl zur Genüge ersichtlich geworden, daß man bei Suess nicht selten mit dem Nebeneinanderbestehen verschiedener Gedankengänge rechnen muß.

damit freilich eng zusammenhängenden Behauptungen, welche betreffs der kontinentalen Hebungen aufgestellt wurden.

Die weitere Entwicklung der in der „Entstehung der Alpen" nur angedeuteten und damals dem Autor vermutlich nur in den allgemeinsten Umrissen vorschwebenden Ideen ging ziemlich rasch von statten, wenigstens soweit die Verlautbarung des Hauptgedankens des Autors in Betracht kam. Auf den Wunsch von Suess wurde in einer für solche Veranstaltungen sonst nicht in Anspruch genommenen Jahreszeit eine Sitzung der geologischen Reichsanstalt am 2. Juni 1880 anberaumt und hier wurde [1]) das Ergebnis der inzwischen bezüglich der erwähnten Frage fortgesetzten Studien des Meisters in einem Vortrage „über die vermeintlichen sekularen Schwankungen einzelner Teile der Erdoberfläche" zum Ausdruck gebracht, wobei der Redner an seine in der „Entstehung der Alpen" ausgesprochenen Vermutungen anknüpfte. Er sprach hier mit Bestimmtheit den Satz aus, man müsse sich entschließen, „auch die letzte Form der Erhebungstheorie, die Doktrin von den sekularen Schwankungen der Kontinente zu verlassen", nachdem die Lehre von den Erhebungskratern, wie sie L. v. Buch befürwortet hatte, schon lange vorher aufgegeben worden sei. Es handle sich bei den bewußten Erscheinungen um Veränderungen des Meeresspiegels, nicht um solche des festen Landes.

Im zweiten Bande des „Antlitz", der die Meere der Erde behandelt, wurde dann dieser Gedanke nebst Allem, was sich darauf, sowie auf die Transgressionslehre und das Verhältnis der Festländer zu den Meeren bezieht, näher ausgeführt. Auch wurde die Bedeutung der Strandlinien in verschiedenen Weltgegenden, sowie der Wert der Tatsachen beleuchtet, welche bezüglich der Verschiebung dieser Strandlinien oder betreffs sonstiger Beweise für oder gegen die ältere Theorie von sekularen Niveauveränderungen dem Autor von Bedeutung schienen.

Auf das Erscheinen dieses Bandes, der die Jahreszahl 1888 trägt, wurde wieder durch eine besondere Sitzung der geologischen Reichsanstalt [2]) aufmerksam gemacht. Dieselbe fand am 3. Jänner 1888 unter dem Vorsitz des damaligen Direktors Stur statt und Suess hielt dabei einen fast zweistündigen Vortrag über „die Geschichte der Meere".

Einen Bericht über diese Sitzung oder irgend eine andere Notiz über diesen Vortrag sucht man freilich in den Verhandlungen der Anstalt vergebens. Dagegen waren an dem der Sitzung folgenden Tage Referate darüber fast in allen Tagesblättern Wiens zu lesen, welche Stur zum Teil sammeln und in der Bibliothek der Anstalt

---

[1]) Vgl. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1880, pag. 171—180.

[2]) Es war das damals das einzige für den gegebenen Fall zur Verfügung stehende fachmännische Forum, wenn in Anbetracht der Wichtigkeit und relativen Neuheit des zu behandelnden Gegenstandes die Bekanntgabe der betreffenden Ansichten an einem Vortragsabende unserer auf die Popularisierung des Wissens bedachter Vereine vermieden werden und doch ein größeres Publikum herangezogen werden sollte. Die Gründung der Wiener geologischen Gesellschaft, durch welche bekanntlich ein besonderer Lieblingswunsch von Suess erfüllt wurde, erfolgte ja erst sehr viel später.

aufbewahren ließ. (Es liegen hier solche Referate aus der „Neuen Freien Presse“, der alten „Presse“, dem „Neuen Wiener Tagblatt“ und der „Deutschen Zeitung“ vor.)

Wir erfahren daraus, daß ein den besten Gesellschaftsklassen angehöriges Publikum, unter welchem sich auch Parlamentarier befanden, den Saal der Anstalt füllte, so daß die Zuhörer vielfach nur stehend Raum fanden und daß Viele nur von dem angrenzenden Vorzimmer aus den Ausführungen des Redners folgen konnten, der am Schluß von dem reichsten Beifall der Versammlung belohnt wurde.

Suess erklärte damals, er habe ziemlich lange gezögert, seine hier mitgeteilten Anschauungen zu veröffentlichen, weil sie anerkannten Lehrmeinungen großer Forscher widersprächen. (Er konnte da allerdings nur die Veröffentlichung der von ihm beizubringenden Beweise meinen, denn die Fundamentalsätze seiner eigenen Theorie hatte er ja schon 1880 kundgegeben.) Er schloß mit den folgenden Worten, welche vielleicht in mancher Beziehung auch heute noch Interesse erwecken können: „In fernen Ländern, welche kaum erst der Kultur sich öffnen, lebt heute schon der Sinn für geologische Studien. So oft ich an einen dieser entfernten Orte eine Anfrage richtete, ist mir jedesmal ohne Ausnahme eine freundliche Antwort und tunlichste Belehrung zuteil geworden. So haben die Ausdehnung und der Inhalt dieses Briefwechsels mich während der Arbeit unausgesetzt erinnert an das geistige Erwachen der Welt. Man vergleiche die Umstände, unter welchen Leopold v. Buch und auch noch Charles Lyell gearbeitet haben. Die Rechtfertigung meines Versuches liegt darin, daß manche Fragen, welche hier erörtert sind, damals noch gar nicht gestellt werden konnten.“

Die Bedeutung der von dem Redner geleisteten und mit diesem Vortrage der Oeffentlichkeit empfohlenen Arbeit wurde in dieser Weise jedenfalls in das rechte Licht gerückt.

Es ist ein Genuß, die Einleitung zu den hier in Betracht kommenden Ausführungen zu lesen, welche eine bis auf die älteren Zeiten zurückgehende und von eingehendstem Studium Zeugnis ablegende historische Darstellung der Auffassungen vermitteln, welche über die Frage der Strandverschiebungen verlautbart wurden. Daß auch die weiteren Darlegungen des Autors den Beweis liefern für eine derartige eingehende Arbeitsleistung, ist selbstverständlich.

Daß jedoch trotz der ausgedehnten Literaturstudien, welche mit dieser Arbeit zusammenhingen, bei einem Gegenstand von solchem Umfange, wie ihn die vorliegende Frage bot, leicht ein oder der andere Behelf übersehen, bezüglich ein oder der andere Umstand einseitig gedeutet werden konnte, darf nicht allzusehr auffallen. So mag es kommen, daß der Eindruck eines eklektischen Vorgehens, den, wie wir gesehen haben, einige Kritiker von der Suess'schen Arbeitsmethode erhalten haben, sich auch hier teilweise wiederholen kann. In einigen Fällen ist es sogar augenscheinlich, daß der Autor Tatsachen, die seiner Auffassung zuwiderliefen, auf Grund einer vorgefaßten Meinung in ihrer Bedeutung nicht anerkennen wollte.

Charakteristisch für die impulsive Art des alten Meisters, sich jeweilig ganz einer Lieblingsidee hinzugeben, ist jedenfalls der Umstand, daß derselbe darauf verzichtete, auch nur die Möglichkeit zu erwägen oder zuzulassen, daß zweierlei Ursachen, nämlich sowohl Veränderungen des Meeresstandes als Bewegungen des Festen an den mit Verschiebungen der Strandlinie zusammenhängenden Erscheinungen Anteil haben könnten. Es erinnert uns deshalb der hier erörterte Fall an die Betrachtung des einseitigen tangentialen Schubes, wo die Möglichkeit der Kompression einer zur Faltung gezwungenen Gebirgsmasse von zwei Seiten kaum in Erwägung gezogen wurde [1]).

Unser Autor scheint jedoch gerade diese einseitige Betrachtungsweise für natürlich und selbstverständlich gehalten zu haben.

An einer Stelle des II. „Antlitz“-Bandes (pag. 27) spricht Suess sogar seine Verwunderung darüber aus, daß Lyell, der doch stets „ein lebhafter Gegner der Erhebung vulkanischer Berge“ gewesen sei, an der Annahme kontinentaler Erhebungen festgehalten habe und er findet einen besonderen Widerspruch im Verhalten des englischen Forschers noch darin, daß derselbe trotzdem die Theorie Crolls als „die Enthüllung einer bisher vernachlässigten vera causa einer gewissen Schwankung der Höhe des Ozeans anerkannte“. Mancher Andere wird dagegen glauben, daß man sich nicht widerspricht, wenn man mit einer gewissen Umsicht den verschiedenen Beziehungen, welche sich bei der Behandlung eines Problems darbieten können, gerecht zu werden sucht und die Vorgänge in der Natur nicht ausschließlich unter einem einseitigen Gesichtspunkte betrachtet. Suess hat das letztere zwar mit Vorliebe getan, aber die Widersprüche zwischen seinen Aeußerungen sind ihm, wie wir gesehen haben, deshalb doch nicht erspart geblieben oder vielleicht gerade dadurch hervorgerufen worden.

Es ist leicht möglich, daß das oben erwähnte Bestreben, eine allgemeine einheitliche Ursache für die Transgressionen zu finden, bei dem Autor den Gedanken an verschiedene, unter Umständen gleichzeitig oder teilweise abwechselnd wirkende Ursachen des von ihm im gegenwärtigen Falle behandelten Phänomens von vornherein zurückgedrängt hat.

Auf diesen vorhin schon im Allgemeinen berührten Punkt wollen wir also vor Allem unter Bezugnahme auf die besonderen von Suess hier vorgebrachten Ideen mit einigen Worten eingehen.

Schon in jener vorläufigen Mitteilung in den Verhandlungen der Reichsanstalt (l. c. pag. 177) wurde die Frage aufgeworfen, ob nicht „Schwankungen in der Länge des Tages, bezüglich in der Intensität der Zentrifugalkraft an dem betreffenden Rhythmus der Meeresbedekkungen die Schuld tragen könnten, welchem Rhythmus auch eine Menge anderer Erscheinungen, nicht bloß die Transgressionen, sondern auch gewisse Eigentümlichkeiten in der Verbreitung der organischen Wesen zuzuschreiben seien.

Jedenfalls wurde auch im II. Band des „Antlitz der Erde“ an der Gleichzeitigkeit der Meeresverschiebungen gegen beide Pole oder

[1]) Wenigstens geschah dies, wie wir sahen, erst sehr spät, als die betreffende Hypothese schon längst vorgebracht worden war.

umgekehrt gegen den Aequator zu festgehalten und damit der an die Verhältnisse der Exzentrizität der Erdbahn anknüpfende Gesichtspunkt verlassen, den Adhémar und seine Anhänger als astronomischen Grund für eine an beiden Polen wechselnde Zunahme oder Abnahme der Meeresbedeckung in den Vordergrund gerückt hatten [1]).

Für jene Gleichzeitigkeit berief sich Suess (l. c. II. Bd. pag. 21) unter Anderem auf die Ansichten Domeykos und eben diese Gleichzeitigkeit des Eintretens ähnlicher Meeresspiegelverhältnisse schien ihm besonders gegen die Elevationstheorie zu sprechen, in deren Sinne die Erhebungen einen mehr lokalen Charakter tragen müßten. Es war das ein Argument, dem man die Bedeutung nicht absprechen kann, wenn man nämlich in allen Fällen von einer wirklichen Gleichzeitigkeit mit Recht sprechen darf, was, wie gezeigt werden soll, nicht sicher feststeht und worauf wir vorhin schon im Allgemeinen hingewiesen haben.

Auch die Ansichten Bells wurden erwähnt, der von der gleichzeitigen Bildung der Eiskalotten an den Polen und gleichzeitigen Meeresschwankungen auf Grund von Aenderungen in der Schiefe der Ekliptik gesprochen hatte (siehe l. c. II. Bd., pag. 25 u. 26).

Besonders aber neigte sich Suess in seinem Wunsche, die Veränderungen der Meeresbedeckung im Sinne eines zeitweiligen Abfließens des Wassers nach beiden Polen und eines ebensolchen Zurückströmens in der Richtung des Aequators zu erklären, dem Gedanken zu, daß eine abwechselnd größere oder geringere Rotationsgeschwindigkeit der Erde die Verhältnisse der marinen Terrassen und überhaupt das Phänomen der nach seiner Meinung nur scheinbaren Hebungen und Senkungen des festen Landes bedingt haben könne.

Eine derartige Aenderung der Rotation könnte jedenfalls Wirkungen hervorrufen, wie sie in den Kreis der betreffenden Anschauungsweise hineinpassen würden und in dieser Beziehung wäre gegen den Gedankengang des großen Autors kein Einwand zu erheben.

Es scheint nun allerdings eine allgemein zugelassene Annahme der Physiker und Astronomen nicht zu bestehen, wie sie als sichere Grundlage für die Spekulation von Suess in diesem Fall benützt werden könnte. Immerhin sind ähnliche Gedanken bereits der Erörterung unterworfen worden, so daß jene Spekulation nicht als eine so seltsame beurteilt werden mag, wie sie auf den ersten Blick scheint, insofern ja unter normalen oder besser gesagt unter den uns sicher und genauer bekannten Verhältnissen ein Grund für die periodische Beschleunigung der Rotation nicht ersichtlich ist.

Soweit für diese Beziehungen die Frage einer Veränderlichkeit der Erdachse in Betracht käme (ein Umstand, auf welchen auch Brückner in seinem Werke über die feste Erdrinde [pag. 151] hinwies), könnte man an die Diskussion erinnern, welche von Hill

[1]) Vgl. hier auch außer den übrigens auch von Suess diskutierten Abhandlungen von Adhémar, Croll und Schmick auch die mehr unbeachtet gebliebenen interessanten „Schriften von Pilar: „Die Exzentrizität der Erdbahn als Ursache der Eiszeit.“ Agram 1872 und „Ein Beitrag zur Frage über die Ursachen der Eiszeit“. Agram 1876.

und Fisher im 5. Band der 2. Serie des „Geological Magazine" geführt wurde. Auch an die Ausführungen von Newcomb[1]) könnte man denken, der es für möglich hielt, daß die Achsendrehung Ungleichheiten von langer Periode und unregelmäßigem Charakter unterworfen sei und daß unter Umständen auch eine beschleunigte Rotation sich einstellen könnte, bei welcher Betrachtung allerdings die Annahme eines flüssigen Erdinnern eine notwendige Voraussetzung bildet.

S. Günther, der sich über das betreffende Problem ziemlich ausführlich verbreitet, findet indessen[2]), daß für eine erhebliche Ablenkung der Erdachse von einer früher eingenommenen Lage „nur eine geringe Wahrscheinlichkeit besteht", noch kleiner sei aber die Wahrscheinlichkeit „einer nachweisbaren Veränderung der Rotationsgeschwindigkeit". Er fügt allerdings hinzu: „wenigstens soweit es sich um historische Zeiten handelt."

Reyer, indem er ähnlich wie Suess, nur vielleicht noch ausgesprochener der Ansicht huldigt, daß revolutionäre Epochen (bei der Gebirgsbildung wie bei Transgressionen und dergleichen) mit ruhigeren Zeiten in der Erdgeschichte gewechselt haben und daß „gewisse Wandlungen gleichzeitig weit entlegene Gebiete" betrafen, hält jedenfalls Aenderungen der Rotation als Ursache der kritischen Epochen für möglich, ohne sich aber näher über diesen Gegenstand zu äußern, um seine Vermutung zu unterstützen. Seine Meinung ist demgemäß nur ein Rückschluß von einer Voraussetzung auf die andere und überdies gibt Reyer zu, daß dies nicht die einzige Möglichkeit für die Erklärung jener großen Wandlungen sei[3]).

Aber man erkennt hieraus das Bedürfnis mancher Theoretiker, eine vom physikalischen Standpunkt aus zulässige Grundlage für die Annahme von Katastrophen zu schaffen, obschon man sich auch für diesen Fall sagen darf, daß rhythmische Aenderungen der Rotation, wenn sie tatsächlich eintreten, nicht notwendig die für Katastrophen erforderliche Plötzlichkeit aufweisen müßten.

Immerhin scheint der Gedanke an die zeitweilige Zunahme der Rotationsgeschwindigkeit für gewisse Köpfe ein naheliegender zu sein, so daß Suess in diesem Punkte keineswegs ganz isoliert dasteht.

Der Amerikaner Chamberlin, der übrigens weder andere Forscher noch Suess hierbei citiert, also wahrscheinlich ganz unabhängig von anderen Autoren zu seiner Vermutung gelangte, spricht ebenfalls in seinem Lehrbuch der Geologie[4]) von einer Beschleunigung der Rotation, ohne indessen die Möglichkeit eines solchen Vorganges zu begründen.

---

[1]) On the possible variability of the earths axial rotation, Boston 1874.

[2]) Vgl. in dessen Geophysik I. Bd., Stuttgart 1884 das Kapitel über Unveränderlichkeit der Rotationsachse und Rotationsdauer pag. 213 etc., insbesondere pag. 216.

[3]) Geologische Prinzipienfragen, Leipzig 1907, pag. 183. Reyer bemerkt übrigens, daß der ununterbrochene Zusammenhang des organischen Lebens mit den von ihm angenommenen Revolutionen nicht ganz vereinbar scheine. Was die Ansichten von Suess über diesen Punkt betrifft, vgl. oben das Kapitel über das Verhältnis desselben zur Deszendenzlehre.

[4]) Geology, New York 1904, pag. 549.

Suess seinerseits war in diesem Falle allerdings nicht so kühn, die Frage ganz ohne Hintermann anzugehen. Er stützte sich[1]) auf eine Darlegung des Mathematikers Frisi[2]), der unter Anderem die Meinung aussprach, daß jeder in der Verdichtung begriffene Körper, welcher sich um eine bestimmte Achse dreht, eine Beschleunigung der Rotation erfahre, womit jedenfalls, wenn dies zugestanden wird, eine der Schwierigkeiten für die in Rede stehende Hypothese beseitigt wäre[3]).

Schließlich aber hat Suess im Schlußbande des „Antlitz" nur mehr in sehr unbestimmter Weise die betreffende Idee festgehalten. Dort, wo er die Ansichten des jüngeren Darwin (des Mathematikers) und dessen Ausführungen über Verlangsamung der Rotation sowie die Verlängerung des Tages erwähnt[4]), spricht er auch von den Aufgaben, die einerseits dem Mathematiker und andrerseits dem Geologen in diesen Fragen gestellt sind und bezeichnet als eine jener Aufgaben das Suchen nach den Spuren einer schnelleren Rotation. Darin liegt doch schon das Zugeständnis der Unsicherheit für die betreffende Annahme. An einer anderen Stelle aber[5]) redet er von der Schwierigkeit, die Transgressionen zu erklären. Es heißt dort: „Neben der ununterbrochenen positiven Wirksamkeit der zugetragenen Sedimente scheinen sie (nämlich die Transgressionen) bald unter einem kaum erklärbaren Einfluß der Rotation zu stehen, bald möchte man fragen, ob irgend eine mächtige tektonische Veränderung, sei es die allmähliche Auffaltung eines Gebirges oder eine neue Senkung den Schwerpunkt der Erde beeinflußt hat und infolgedessen Ausgleichung eingetreten ist" durch eine „Veränderung der Gestalt der Hydrosphäre". Das spricht ebenfalls für Zweifel und Bedenken, welche dem Autor schließlich über diesen Punkt seiner Theorie aufgestiegen sind.

Man darf sich übrigens gestehen, daß es eine besonders schwierige Aufgabe wäre, gerade vom geologischen Standpunkte die absolute Gleichzeitigkeit der mit den Transgressionen zusammenhängenden Vorgänge, bezüglich auch der marinen Terrassenbildung für beide Halbkugeln der Erde (die nördliche und die südliche) nachzuweisen. Beispielsweise würde ja eine im Sinne der allgemeinen Formationslehre ungefähre Gleichzeitigkeit für die norwegischen und patagonischen Küstenterrassen auch bei Zulassung der Adhémar'schen Hypothese oder einer dieser ähnlichen Vorstellung bestehen, insofern die Bildung dieser Terrassen, auch wenn ihre Entstehung nicht im engsten Sinne gleichzeitig gewesen sein sollte, doch ein und derselben größeren, durch gemeinsame Merkmale ausgezeichneten Epoche angehört.

In beiden Fällen handelt es sich um Vorgänge der älteren Quartärzeit. Dieses Zeitalter ist aber immerhin groß genug, um Spielraum für allerhand Kombinationen zu bieten, und wir dürfen uns wohl

[1]) Vgl. „Antlitz", II. Bd., pag. 14 unten und pag. 15 oben.
[2]) De aucta et imminuta marium altitudine. Mailand 1782.
[3]) Daß übrigens Playfair sich schon im Jahre 1802 gegen Frisi ausgesprochen hat, hebt Suess selbst hervor.
[4]) „Antlitz", III/2, pag. 696.
[5]) Ibidem pag. 723 unten und pag. 724.

daran erinnern, daß Suess selbst (II. „Antlitz"-Band, pag. 32) es als eine der gefährlichsten Quellen des Irrtums bezeichnet hat, Strandlinien verschiedenen Alters als zusammengehörig aufzufassen. Das aber wäre beim Vergleich so weit von einander entfernter Gebiete leicht möglich.

Um wieder einen Vergleich mit der der Erdgeschichte so vielfach analogen Menschheitsgeschichte zu ziehen, so faßt man doch zum Beispiel das Zeitalter der punischen Kriege als eine gewisse Einheit zusammen, ohne deshalb etwa Hannibal und Scipio Aemilianus als unmittelbare Zeitgenossen zu betrachten; man spricht von den Zeiten dieser oder jener altägyptischen Dynastie oder man redet von einem Zeitalter der Renaissance und versteht darunter die Aufeinanderfolge von Geschlechtern, deren Kulturzustand gewisse gemeinsame Merkmale aufweist, ohne daß man das Verhältnis der betreffenden Generationen als direkt zeitgenössisch betrachtet. Dabei stehen aber den Kulturhistorikern vielleicht noch mehr Mittel für ihre Unterscheidungen von kleineren Perioden innerhalb jener Zeitalter zur Verfügung als dem Geologen, der sich, sobald es sich nicht um mehr oder weniger regional eingeschränkte Zeitparallelisierungen handelt, mit seinen Zeitbestimmungen in der Regel in einem allgemeinen Rahmen halten muß.

Die seitens der Fachgenossen geübte Kritik des hier besprochenen Teils der Suess'schen Theorie hat sich übrigens mit den allgemeinen Voraussetzungen derselben, wie sie in diesem speziellen Falle verlautbart wurden, bisher wenig abgegeben. Sie setzte, was begreiflich ist, mit der Diskussion der Beobachtungen ein, welche mehr oder weniger direkt für die Beurteilung der sekularen Hebungen und Senkungen in Betracht kommen. Daß diese Vorgänge von Suess geleugnet wurden, sofern solche Bewegungen des Festen nicht auf Einstürze zurückzuführen seien oder sofern sie nicht indirekt mit der Gebirgsfaltung zusammenhängen würden, verstieß ja am meisten gegen die hergebrachten Ansichten.

Einer der ersten, welche sich gegen die Suess'schen Vorstellungen erhoben, war kein Geringerer als Herr v. Dechen [1]), der schon bald nach der Veröffentlichung jenes 1880 in der Reichsanstalt gehaltenen Vortrages und ohne die damals in Aussicht gestellten späteren Ausführungen von Suess abzuwarten, seinen Bedenken gegen die neue Hypothese Ausdruck gab [2]). Vor allem betonte dieser Kritiker, daß man es hier eigentlich gar nicht mit einer neuen Theorie zu tun habe, da Celsius schon im Jahre 1743 ähnliche Ansichten vertreten habe, ebenso wie auch bereits Linné die Sichtbarkeit von Strandlinien über dem heutigen Meeresspiegel nicht einer Hebung des Landes, sondern einem Sinken jenes Meeresspiegels zuschrieb.

---

[1]) Wenigstens die älteren der lebenden Geologen werden sich des Ansehens erinnern, welches Dechen seinerzeit besonders in Deutschland genoß.

[2]) Ueber die vermeintlichen Schwankungen einzelner Teile der Erdoberfläche. Aus den Sitzungsberichten der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Bonn 1880.

Der Vorwurf der Vernachlässigung der älteren Literatur, welcher in diesen Bemerkungen zu liegen schien, erscheint uns heute allerdings ziemlich überflüssig. Dechen durfte jedoch von seinem Standpunkte aus diese Prioritätsfragen aufwerfen, weil er damals nicht ahnen konnte, in wie umfassender Weise später von Suess die geschichtliche Entwicklung der Angelegenheit dargelegt werden würde.

Dechen berief sich sodann im Besonderen auf die Verhältnisse in Norwegen, wo zum Beispiel in der Gegend von Hammerfest zwei übereinanderliegende Strandlinien nicht allein je einzeln ungleiche Höhen über dem Seespiegel aufweisen, sondern wo dieselben beiden Strandlinien auch untereinander nicht parallel sind und beispielsweise in einer Entfernung von höchstens $4^1/_2$ geographischen Meilen, das einemal einen senkrechten Abstand von einander im Betrage von 39 Meter, das andere Mal einen solchen von nur 15 Meter besitzen. Aehnliche Beispiele wurden aus dem Gebiet des Kristianiafjords und des Nordfjords angeführt. Uebrigens habe bereits Naumann in seinem Lehrbuch der Geognosie ausdrücklich auf die sehr verschiedenen Höhen hingewiesen, zu welchen ein und dieselbe Strandlinie ansteige.

Die Kritik Dechens war sehr scharf, aber doch, wie gleich hier gesagt werden soll, nicht im Stande, Suess von seinen Vorstellungen abzubringen, der in den betreffenden Ausführungen seines großen Werkes die skandinavischen Strandlinien besonders eingehend besprach und verschiedene Unstimmigkeiten, welche gegen seine Theorie zu sprechen schienen, dadurch zu beseitigen suchte, daß er zwischen echten und unechten Strandlinien unterschied. Nicht alle Terrassen seien echt marin. Während der Eiszeit seien manche Fjorde durch vorgelagerte Eisströme zeitweilig abgesperrt gewesen. Dadurch hätten sich Seen gebildet, deren Wasserspiegel eigene Höhenlagen besaßen, so daß man nur solche Terrassen miteinander in Zusammenhang bringen dürfe, welche dem offenen Meere zugekehrt seien. Was im Besonderen die Terrassen bei Hammerfest betreffe, so sei durch spätere Beobachtungen deren Parallelismus erwiesen und Bravais, aus dessen Angaben früher das Gegenteil gefolgert wurde, scheine Stücke verschiedener Strandlinien und Terrassen in dieselbe Linie der Messungen gezogen zu haben" („Antlitz", II. Bd., pag. 19).

Damit schien eine sehr empfindliche Stelle der Theorie gegen weitere Angriffe einigermaßen gesichert zu sein.

Der Widerspruch v. Dechens blieb übrigens nicht vereinzelt und selbst unter den Schülern von Suess gab es nicht überall unbedingte Zustimmung zu dessen Ideen, gleichviel, ob die betreffenden Aeußerungen sich auf Terrassen der Küste oder auf Verhältnisse des Binnenlandes bezogen.

Daß wenigstens die Anschauungen Carl Dieners in dessen „Libanon" (Wien 1886), der sich zwar damals in mancher Hinsicht den Vorstellungen des Meisters anschloß, sich gerade in diesem Punkte nicht ganz in dessen Fahrwasser bewegten, habe ich seinerzeit schon in einem Referat über das letztgenannte Werk angedeutet[1]). Darauf ist auch bald nachher von A. Bittner hingewiesen

[1]) Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1886, pag. 359.

worden[1]), der zu der Auffassung gelangte, daß Diener im Grunde genommen den Suess'schen Standpunkt völlig preisgegeben habe.

Bittner, der ja auch zu den Schülern von Suess gehörte, nahm sich überhaupt energisch der alten, bis dahin herrschend gewesenen Meinung in dieser Frage an[2]). Er betonte, daß bei der Aufrichtung der Gebirge eine vertikal nach aufwärts gerichtete Bewegung zu den wesentlichen Voraussetzungen gehöre und nicht bloß als nebensächliche Begleiterscheinung aufgefaßt werden dürfe. Suess selbst habe übrigens durch das Zugeständnis, welches er dem Einfluß der Faltung bei der Auftürmung der Gebirge macht, seine Theorie in diesem Punkte mehr abgeschwächt, als seine Anhänger zuzugeben geneigt schienen.

Immerhin umfaßte die sonst klare Argumentation Bittners das in Rede stehende Problem nicht in dem Umfange, in dem es Suess gefaßt hatte, denn viele der Tatsachen, welche man bisher als Ergebnisse sekularer Hebung angesehen hatte, standen ja mit der Faltung der Gebirgsketten nicht in unmittelbar greifbarer Beziehung.

Eine sehr entschiedene Ablehnung der von Suess aufgestellten Lehre erfolgte ebenfalls noch vor dem 1888 erfolgten Erscheinen des zweiten „Antlitz"-Bandes von Paris aus, und zwar unter allgemeineren Gesichtspunkten als sie sich, ähnlich wie bei Dechen, bloß aus der Betrachtung der diluvialen Terrassen oder der noch jüngeren Anzeichen von Strandverschiebung ergaben.

Schon in der 2. Auflage seines Traité de géologie (pag. 1442) hatte Lapparent einige kurze Bedenken gegen jene Hypothese veröffentlicht. Da diese Einwände jedoch, wie ihm schien, unbemerkt geblieben waren, so glaubte er dieselben in einem besonderen Aufsatz ausführlicher begründen[3]) zu sollen, wobei er sich allerdings nicht streng auf eine Polemik gegen den Gedanken beschränkte, daß die Veränderlichkeit des Meeresspiegels die Ursache der wirklichen oder scheinbaren Veränderungen der Höhenverhältnisse des Festlandes seien, sondern in erster Linie direkt für die Notwendigkeit der Annahme von Erhebungen der Landgebiete eintrat. Insbesondere sprach er sich gegen die Vorstellung aus, daß die von Suess so genannten „Horste" überall nur stehengebliebene Reste in einer ringsum eingesunkenen Umgebung seien, während sie in etlichen Fällen im Gegenteil einer aufwärts gerichteten Bewegung ihr Entstehen verdankten. Das wurde besonders für den durch den Rhein getrennten Horst der Vogesen und des Schwarzwaldes behauptet, welcher entsprechend der alten Idee Elie de Beaumonts als ein in der Mitte aufgebrochenes Gewölbe aufgefaßt werden müßte.

---

[1]) Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1886 in dem Artikel über die neuesten Wandlungen in den modernen Ansichten über Gebirgsbildung pag. 374 etc., speziell pag. 379.

[2]) Vgl. hier besonders den ersten Teil des Artikels „Ueber einige geotektonische Begriffe und deren Anwendung" im Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1887, zum Beispiel pag. 399 und vgl. auch Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1886, pag. 374.

[3]) Conférence sur le sens des mouvements de l'écorce terrestre, bulletin de la société géologique de France, 3. série t. XV, pag. 215—238. Paris 1887.

Lapparent berief sich auch auf die Höhenlage gewisser jüngerer mariner Tertiärbildungen (l. c. pag. 232), wie derjenigen des Zancléen in Kalabrien, die nach Seguenza in einer Seehöhe von 1200 Meter oder wie diejenigen des Pliocäns im Gebirge von Palmyra, welche nach Diener in 650 Meter Seehöhe angetroffen werden. Auch gedachte er (l. c. pag. 231) der Stellung des vielfach von Meeresablagerungen erfüllten Wiener Beckens und fügte im Hinblick auf die von Suess im Gegensatz zu den sekularen Seespiegelschwankungen betonte Idee von Einstürzen die Bemerkung hinzu: „Singuliers effondrements, en vérité, qui, partout où ils se produisent, ont pour conséquence regulière l'acroissement de la terre ferme."

Vielleicht sind nicht alle Argumente des französichen Gelehrten völlig oder in jeweilig gleicher Weise beweiskräftig gewesen. Wenn wir zum Beispiel beim jüngeren östreichischen Tertiär zunächst nur an das Wiener Becken im engeren Sinne denken und andere sogleich noch zu erwähnende Vorkommnisse unberücksichtigt lassen wollen, so könnte man sehr wohl gerade in diesem Fall von einem Einbruch vor oder noch während des Absatzes des Miocäns sprechen und sich dabei vorstellen, daß etwa durch eine seit dem Absatz des Pliocäns stattgehabte Vertiefung der Ozeane ein Fallen des Meeresspiegels gewisse Gebiete, die das weitere Absinken nicht in entsprechendem Maße mitmachten, trocken gelegt und damit denselben zu einer scheinbaren Hebung verholfen hätte [1]).

Eine stärkere Anspannung der Phantasie würde aber dazu gehören, wenn man Aehnliches für jene noch höher gelegenen jüngeren Bildungen bei Palmyra und in Kalabrien behaupten wollte. In jedem Falle jedoch müßte man sich die Konsequenzen klar machen, welche ein ehemaliger so hoher Meeresstand für die anderen festländischen Gebiete in Bezug auf die Ausbreitung gleichzeitiger Ablagerungen hätte haben müssen und sich fragen, ob sich denn darauf bezügliche Erfahrungen beibringen lassen, welche mit der von Suess vorgeschlagenen Theorie in Uebereinstimmung zu bringen wären. In dieser Beziehung deutet der Aufsatz Lapparents, auf dessen nähere Analyse ich hier des beschränkten Raumes wegen verzichten muß, ebenfalls die sich dabei ergebenden Schwierigkeiten an, und man darf sagen, daß durch diese Darlegung schon allein der älteren, das heißt der vor dem Eingreifen von Suess herrschenden Ansicht, wonach Hebungen auch ohne direkten Zusammenhang mit Gebirgsfaltungen als wahrscheinlich angenommen wurden, wieder zu ihrem Recht verholfen

[1]) Natürlich ist es im Vergleich mit dieser Vorstellung etwas Anderes, wenn wir das inneralpine Wiener Becken für eingesunken halten, was ja eine durchaus zulässige Annahme bleibt, aber das gesamte Gebiet desselben samt seiner Umrandung für später im Ganzen gehoben halten.

Daß man übrigens die Verhältnisse dieses Beckens nicht ohne Rücksicht auf die Höhenlagen des Miocäns in anderen Teilen Europas und besonders Oesterreichs beurteilen und die verschiedenen paläographischen Beziehungen, die sich hier ergaben, nicht vernachlässigen darf, darauf habe ich im Anschluß an meine älteren Arbeiten in der gegenwärtigen Schrift bereits hingewiesen (vgl. das Kapitel über Tertiärgeologie pag. [41] und in dieser Hinsicht würden auch die gleich weiterhin folgenden Bemerkungen über das Tertiär in Mähren zu vergleichen sein.

wurde oder doch hätte verholfen werden können, wenn gegenüber einer neuen Strömung in der Wissenschaft wie in anderen Dingen Argumente stets unmittelbar wirksam wären.

Manche Anhänger der Suess'schen Lehre haben sich übrigens über gewisse Unzukömmlichkeiten derselben dadurch hinweggeholfen, daß sie zur Erklärung von solchen Hebungen, die mit dem eigentlichen Faltenbau von Gebirgen nicht in direkte Beziehung zu bringen waren, Falten von großer Amplitude annahmen, durch welche die Emportreibung gewisser Gebirgsmassen sozusagen *en bloc* erfolgt sein könnte [1]). Durch diese Vorstellung würde ein vermittelnder Ausgleich zwischen den zwei sich hier entgegenstehenden Meinungen geschaffen werden. Freilich wäre dies streng genommen nur scheinbar der Fall, denn die Hebung von Gebirgsmassen im Ganzen, gleichviel, wie wir dieselbe zu erklären versuchen, ist eben im Allgemeinen das, was man sonst als eine sekulare Hebung bezeichnet hat, oder (wenn wir auch an ungefaltete Tafelländer denken wollen) gehört wenigstens dazu.

Immerhin konnten sich die Anhänger von Suess zur Annahme solcher Falten von großer Spannweite anfänglich ermutigt fühlen, insofern Suess selbst noch in der „Entstehung der Alpen" eine solche Auffassung zugelassen hatte. Einer derartigen Ermutigung wurde aber die Stütze entzogen, als der Autor des „Antlitz" im zweiten Bande dieses Werkes (pag. 28) erklärte, sein Versuch, auf die angegebene Weise seine Gedanken über Gebirgsbildung mit den Lehren älterer Meister, denen er vertraut habe, in Einklang zu bringen, sei doch eigentlich „unbefriedigend" gewesen. Damit war allerdings die Brücke zwischen den besprochenen zwei gegensätzlichen Meinungen abgebrochen.

Was die oben erwähnten Verhältnisse des östreichischen jüngeren Tertiärs betrifft, so können wir nicht umhin, darauf zurückzukommen und es mag bei dieser Gelegenheit noch darauf hingewiesen werden, daß die Lage und Verbreitung der marinen Miocänschichten in Oesterreich, wenn eben nicht bloß das eigentliche Wiener Becken in Betracht gezogen wird [2]), in mehrfacher Hinsicht leichter erklärt werden, sofern man die Annahme kontinentaler Hebungen für gewisse Gebiete zuläßt. Darauf hinauslaufende Ansichten sind auch in der Tat von einigen Beobachtern ausgesprochen worden, die dabei speziell von den betreffenden Verhältnissen in Mähren ausgingen [3]).

---

[1]) Auch ohne im Uebrigen der Suess'schen Hypothese zuzustimmen, glauben Forscher wie Supan (Phys. Erdkunde l. c. pag. 389) die Annahme von Falten großer Spannweite nicht ausschließen zu dürfen, während bekanntlich Neumayr, der sich ja mehrfach, wenn auch vorsichtig den Suess'schen Auffassungen anzupassen suchte, noch vor dem Erscheinen des zweiten Antlitzbandes, also noch vor der schließlich erfolgten Ablehnung der betreffenden Annahme durch Suess, die große Ungleichmäßigkeit des Materials und des Zusammenhanges in der Erdrinde gegen die Vorstellung einer ausgedehnten flachen Faltenbildung ins Treffen führte. (Erdgeschichte, I. Bd., 1886, pag. 348.)

[2]) Vgl. hiezu pag. [42] der heutigen Darstellung und nochmals die Anmerkung 1 auf der vorigen Seite.

[3]) Makowsky u. Rzehak in der Schrift über die geol. Verh. d. Umgebung von Brünn, 1884, pag. 132 und Rzehak, pag. 20 des Separatabdrucks von Geol. Ergebnisse einiger in Mähren durchgeführter Brunnenbohrungen. Mitteil. d. mähr.-schles. Ges. für Ackerbau, Natur- und Landeskunde 1889.

Suess selbst hatte sich zwar an einer Stelle seines großen Werkes[1]) dort, wo er von dem Auftreten der sogenannten II. Mediterranstufe in Mähren spricht, mit den stellenweise auffallend hohen Lagen des Miocäns daselbst beschäftigt, indessen weitere Konsequenzen aus dieser Tatsache gerade für seine gegen die Annahme sekularer Hebungen gerichtete Theorie nicht gezogen.

Ich meinerseits habe dann bei meinen Arbeiten in Mähren, Schlesien und dem mährisch-böhmischen Grenzgebiet[2]) nicht allein die Fragen diskutiert, welche sich auf jene Höhenlagen des marinen Miocän beziehen, sondern auch darauf hingewiesen, daß dieses Miocän stellenweise direkt auf der in dem genannten Grenzgebiet verlaufenden europäischen Wasserscheide auftritt und sogar darüber hinaus nach Böhmen in das Stromgebiet der Elbe vordringt, ohne jedoch weiterhin in dem Hauptgebiet von Böhmen eine Fortsetzung zu finden. Ueberdies konnte ich darauf aufmerksam machen, daß auch noch jüngere Schotterbildungen hoch auf der genannten Wasserscheide angetroffen werden. Es sind das jedenfalls Verhältnisse, welche die Vermutung nahelegen könnten, daß dort in geologisch junger Zeit Erhebungen des Landes stattgefunden haben und ich habe der Zulässigkeit dieser Vermutung auch tatsächlich nicht widersprochen, sondern deren Möglichkeit von Anfang an zugestanden.

Wenn ich mir trotzdem bei der Diskussion jener Tatsachen gegenüber der Annahme solcher Hebungen Zurückhaltung auferlegte und teilweise auch nach anderen Erklärungsmöglichkeiten suchte, so geschah dies, weil es mir widerstrebte, die Theorie der sekularen Hebungen ohne Weiteres als einen deus ex machina zu benützen, wie das ja vielleicht in manchen Fällen ähnlicher Art von Seiten der Autoren bequem gefunden wurde. Als eine prinzipielle Zustimmung zu der Anschauung von Suess war das nicht aufzufassen.

Daß vielmehr zu den Zweiflern, welche sogar bereits vor dem Erscheinen des zweiten „Antlitz"-Bandes ihre Bedenken gegen die hier besprochene Hypothese vorbrachten, auch ich selbst gehörte, geht nach dem oben Gesagten schon aus den Bemerkungen hervor, die ich über Dieners Libanon machte.

Aber auch schon vor dem Erscheinen dieses Referates hatte ich sowohl in einer Arbeit über die geognostischen Verhältnisse der Gegend von Lemberg[3]), wie in der zweiten Folge meiner Bemerkungen über die Bildung von Quertälern[4]) Gelegenheit gehabt, gewisse Unzukömmlichkeiten zu betonen, welche sich aus der Annahme der betreffenden Suess'schen Ansichten ergeben würden. Ich bezog mich damals unter Anderem auf die durch Hartung betonte Tatsache, daß auf Madeira das Miocän ohne Spur von Faltung bis zur Höhe von 1350 Fuß reicht

[1]) „Antlitz", I. Bd., pag. 410.

[2]) Die geognostischen Verhältnisse der Gegend von Olmütz. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1893, pag. 562, Erläuterungen zur geol. Karte der Gegend von Freudental, Wien 1898, pag. 48 und die geogn. Verhältnisse der Gegend von Landskron und Gewitsch. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1901, pag. 702—706 (pag. 386—390 d. Separ.-Abdr.).

[3]) Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1882, pag. 68—71 und pag. 108.

[4]) Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1882, pag. 730—734.

und daß die mächtigen Schichtenverbände des Colorado-Cañon horizontal gelagert, also ohne Vermittlung der eigentlichen Gebirgsbildung bis zur Höhe von wenigstens 5000 Fuß über dem heutigen Seespiegel liegen und ich betonte im Hinblick auf die Verhältnisse des nordischen Erraticums in Osteuropa bei Zugrundelegung der zu jener Zeit siegreich gegen die alte Drifthypothese vordringenden Vergletscherungstheorie, daß die Differenz zwischen der Seehöhe der höchsten nordischen Diluvialterrassen und der Seehöhe des nordosteuropäischen Tieflandes viel zu groß sei, um durch ein seinerzeitiges Ansteigen des Meeresspiegels gegen den Pol hin erklärt zu werden, zumal ja doch im Großen betrachtet nach Ausschaltung der Drifthypothese die marinen Diluvialabsätze in jenem Tieflande keine große Rolle mehr spielten.

Im Uebrigen machte ich auch darauf aufmerksam, daß Suess auf die verschieden große Massenattraktion der Festlandsmassen und ihrer für die Polargebiete in Betracht kommenden eventuellen Eisbedeckungen bei seinen Spekulationen gar nicht Bedacht nahm, ein Punkt, der dann allerdings in der Einleitung zum „Antlitz“ (pag. 3) kurz berührt wurde (wenn auch nur um im Allgemeinen die Möglichkeit von Verschiebungen und Ungleichheiten des Seespiegels zu zeigen), dem jedoch später (II. Bd., pag. 32) eine größere Bedeutung überhaupt nicht mehr beigemessen zu werden schien [1]).

Besonders hervorheben darf ich jedoch hier, daß meinen Beiträgen zur Geologie von Lykien [2]) ein besonderer Abschnitt über die Niveauveränderungen an der lykischen Küste beigefügt wurde, in welchem verschiedene Umstände zur Sprache gelangten, die mir für die Beurteilung jener Hypothese von einiger Bedeutung schienen. Ich erwähnte die von der See teilweise inundierten Sarkophage, welche gleich zahlreichen ähnlichen über das ganze Land zerstreuten Sarkophagen einst ebenfalls auf trockenem Boden standen. Ich beschrieb ferner gewisse alte Steinbrüche (bezüglich solchen ähnliche Arbeiten im festen Gestein), welche mit ihrer Basis im Wasser stehen, sowie im festen Fels ausgehauene zur See führende Stiegen, deren unterste Stufen heute vom Meere bedeckt sind. Ich machte überdies darauf aufmerksam, daß der große Sarkophag in der Bucht von Makri über dem Wasser die Spuren von Bohrmuscheln aufweist und mußte aus diesen Tatsachen auf Verschiebungen der Strandlinie seit historischer Zeit [3]) schließen, und zwar, wie damals im Hinblick auch auf

---

[1]) Man darf zugeben, daß der Effekt der continentalen Massenanziehung früher oft übertrieben bewertet wurde. Der Ausgleich, der einerseits durch die größere Dichtigkeit des Untergrundes der Meere, andrerseits durch die eventuell noch durch Massendefekte verminderte Dichtigkeit der die Festländer bildenden Massen herbeigeführt wird, ist erst durch spätere Untersuchungen besser erkannt worden. Man schätzt neuerdings die durch die betreffenden Verhältnisse bewirkte Abweichung von der Gestalt des Ellipsoids in den äußersten Fällen auf 200 Meter. (Vgl. Supan, Physische Erdkunde, 4. Aufl., 1908, pag. 273 und 274). Immerhin bleibt dies ein Faktor, der bei theoretischen Erörterungen, wie sie der Autor des „Antlitz“ unternahm, nicht auszuschalten ist. Suess liebte es aber nicht, die Entwicklung seiner Gedanken durch solche Complicationen stören zu lassen.

[2]) Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1885, pag. 367—384. Vgl. dort auch pag. 294.

[3]) Nach dem Gutachten unserer Archäologen, deren Expedition nach Kleinasien im Jahre 1882 ich als Geologe begleitete, dürften diese Kulturreste nicht viel älter als 2000 Jahre sein, teilweise vielleicht jünger.

andere Erscheinungen an der kleinasiatischen Küste näher ausgeführt wurde, auf Verschiebungen im Sinne der älteren Lehre von den sekularen Hebungen und Senkungen, sowie auch im Sinne von Schwankungen des Seespiegels.

Da es sich um eine ziemlich ausgedehnte Küste handelte, konnten hierbei auch nicht eng begrenzte Vorgänge lokaler Natur zur Erklärung herangezogen werden, wie sie Suess später (1888) im zweiten Bande seines großen Werkes bei Besprechung des Serapistempels von Puzzuoli in den Vordergrund gestellt hat.

Auf diese meine Arbeit hat Suess in jenem zweiten Bande allerdings Bezug genommen, indessen die Beweiskraft der geschilderten Verhältnisse ebenso angezweifelt wie die mancher anderen Beobachtungen im Gebiet des Mittelmeeres und so gelangte er am Schlusse seiner auf diese Fälle bezüglichen Betrachtung[1]) zu der Behauptung, daß „im Mittelmeere bis heute kein Nachweis einer sekularen kontinentalen Erhebung oder Senkung der Lithosphäre innerhalb historischer Zeit erbracht ist“.

Der Einfluß, den seine Autorität ausübte, macht es verständlich, daß diese Behauptung gleich seinen übrigen Darlegungen über die Nichtexistenz sekularer Schwankungen trotz der verschiedenen Einwürfe, die seiner Theorie gemacht worden waren, vielfachen Anklang fand.

So hatte auch v. Bukowski in einer 1889 veröffentlichten hoch verdienstlichen Arbeit über den Bau der Lykien gegenüber liegenden Insel Rhodus sich mit der Suess'schen Anschauung abgefunden. Ich kann mir aber nicht versagen, hier eine auf diesen Punkt bezügliche Stelle aus dem Referat wiederzugeben, welches ich über Bukowskis Abhandlung veröffentlichte[2]). Sie lautet:

„Es ist ja der seltsamste und widerspruchsvollste Zug in den Ausführungen des zweiten Bandes des „Antlitz der Erde“, daß derselbe Autor, welcher den einem großen Rhythmus folgenden und deshalb im Sinne des Autors auch nie zur Ruhe kommenden Niveauschwankungen des Meeresspiegels (abgesehen von den Einstürzen festländischer Massen), ganz ausschließlich die Veränderlichkeit der Küstenlinien zuschreibt, gerade die historische Zeit in dieser Hinsicht für eine so gut wie stabile hält und daß er sich bemüht, fast alle die Zeugnisse, welche für eine Veränderlichkeit der Verhältnisse während dieser Zeit zu sprechen schienen, für falsch oder für falsch interpretiert zu erklären, das heißt, daß er gerade die Kategorie von Beobachtungen bei der weiteren Diskussion dieses Gegenstandes ausschließen möchte, aus denen die sichersten oder doch unmittelbarsten Schlüsse über das Wesen der fraglichen Erscheinungen oder über deren eventuelle Gleichzeitigkeit abgeleitet werden können. Freilich ist dies auch dieselbe Kategorie von Beobachtungen, welche, wenn anerkannt, die subtilsten Behelfe für eine Kritik jener Hypothese liefern können, derzufolge die Verschiebungen zwischen Festland und Meer ohne Intervention verschiedener Bewegungen der

[1]) L. c. pag. 584.
[2]) Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1889, pag. 286 u. 287.

kontinentalen Massen vor sich gegangen sind, und deshalb mag die absolute Beseitigung dieser Kategorie auch eine notwendige Folge der Entwicklung eben jener Hypothese bedeuten."

Einige Zeilen weiter schrieb ich: „Auf keinen Fall wird man die an den felsigen Küsten Lykiens beobachteten Inundierungen menschlicher Werke in Parallele mit den ähnlichen Erscheinungen flacher Schwemmländer (wie des Gebiets der Pomündung) bringen können, sofern man diese letztgenannten Erscheinungen ausschließlich auf das Gleiten oder das Zusammensitzen loser Massen zurückführt. Wenigstens für die Gegend von Kekowa, wo es keine Spur jüngerer Alluvionen gibt, wo ganz ausschließlich festes Gestein die Küsten wie den Meeresgrund zusammensetzt, ist dies ganz unzulässig, und was den berühmten Sarkophag in der Bucht von Makri anlangt [1]), so bleibt es doch wenigstens fraglich, ob derselbe im Falle einer lokalen Gleitbewegung der in jener Bucht befindlichen Absätze seine normale aufrechte Lage so unverändert behalten hätte, wie er sie tatsächlich behalten hat."

Man kann ja vielleicht, wie ich hier noch hinzufügen will, der Ansicht sein, daß die Verhältnisse speziell an der lykischen Felsküste (rein für sich genommen) durch leichte Oscillationen bloß des Meeresspiegels erklärbar wären, aber eine solche isolierte Betrachtung ohne unparteiische Berücksichtigung der Umstände, welche sich für die übrige Umrandung des eng geschlossenen mediterranen Beckens ergeben, kann nicht zu einer endgiltigen Auffassung in der hier behandelten Frage führen.

Aber selbst, wenn sich sicher herausgestellt hätte, daß für die historische Zeit nur von Oscillationen des Meeresspiegels gesprochen werden dürfte (und diese müßte man doch jedenfalls zugeben, wenn man nicht an Bewegungen der Landfeste denkt), so würden solche Oscillationen noch immer einer besonderen Erklärung bedürfen, die ihrerseits aber kaum in dem Sinne zu suchen wäre, welchen Suess mit seiner Lehre von den großen, zwischen den Polen und dem Aequator stattfindenden Umsetzungen der Meere verbunden hat.

An einer früheren Stelle der gegenwärtigen Schrift [2]) wurde die Meinung von Hobbs erwähnt, daß Suess in meisterhafter Weise verstanden habe, die ihm nicht passenden Tatsachen, auch wenn sie für das behandelte Problem von Bedeutung waren, gewissermaßen mit einer leichten Handbewegung bei Seite zu schieben. Ich glaube, der hier geschilderte Versuch, die seit historischer Zeit an den Küsten des Mittelmeeres stattgehabten Veränderungen des Verhältnisses von See zu Land bei der Beurteilung der von ihm aufgestellten Hypothese auszuschalten, ist eine der schlagendsten Bestätigungen für den Ausspruch von Hobbs.

Es ist klar, daß in einem geschlossenen Becken wie das Mittelmeer die Spuren einer Strandverschiebung, sofern dieselbe auf einer Veränderung des Wasserstandes beruht, für dieselbe Zeit überall gleichsinnig sein müßten, und man wird zugeben, daß kaum irgend ein anderes Gebiet als dasjenige des Mittelmeeres so geeignet ist, für die

---

[1]) Derselbe ist bei Suess abgebildet.
[2]) Vgl. oben pag. [85] die Anmerkung 1.

betreffende Zeitbestimmung Behelfe zu liefern. Die Gestade dieses Meeres waren ja Zeugen desjenigen Teils der menschlichen Geschichte, über welchen wir, namentlich was das Altertum betrifft, am besten unterrichtet sind. Daß aber jene jeweilige Gleichsinnigkeit der hier in Frage stehenden Veränderungen der Strandlinie bei erneuter unbefangener Prüfung aller zu Gebote stehenden Tatsachen erweisbar wäre, läßt sich bezweifeln. Wenn sich aber eine solche Gleichsinnigkeit der Strandveränderung zu bestimmten Zeiten nicht ergibt, dann bleibt eben kein anderer Schluß übrig, als daß der veränderliche Wasserstand nicht allein oder ausschließlich die Schuld an jenen Verschiebungen trägt, denn ungleichmäßige Veränderungen lassen sich in solchen Fällen nur unter gleichzeitiger Inanspruchnahme von Bewegungen des Festen erklären.

Unter diesem Gesichtspunkt ist es von Interesse, an eine Arbeit Hilbers zu erinnern, welche derselbe mit Unterstützung der Wiener Akademie der Wissenschaften ausführte und unter dem Titel „Geologische Küstenforschungen zwischen Grado und Pola am adriatischen Meere nebst Mitteilungen über ufernahe Bauwerke“ in den Sitzungsberichten dieser Akademie 1889 (also schon nach dem Erscheinen des zweiten „Antlitz“-Bandes) veröffentlicht hat[1]). Der Verfasser dieser Arbeit bemüht sich möglichst unparteiisch den Ansichten von Suess gerecht zu werden. Wenn er ziemlich rezente Ablagerungen mit Meereskonchylien und menschlichen Artefakten vor sich über dem Meeresspiegel sieht, wirft er die Frage auf, ob diese Absätze nicht durch Hochfluten und besondere Ereignisse erzeugt wurden. Anderseits schreibt er das Versinken römischer Hafenanlagen hauptsächlich der Zerstörung von Küstenteilen durch das Meer zu. Wenn sich jedoch alte Mosaikböden und die Einfassung von Quellen unversehrt unter dem heutigen Wasserspiegel erhalten haben, so kann weder die zerstörende Wirkung des Meeres, noch das etwaige Zusammensitzen loser Anschwemmungen an solchen Erscheinungen beteiligt sein und so begreift man, daß Hilber schließlich zur Ueberzeugung gelangt, daß sich eine gleichmäßige Veränderung der Strandlinie für die Dauer der historischen Zeit in jenem Gebiet „nicht nachweisen“ lasse. Das aber ist nun gerade, wie ich in dem zitierten Referat sagte, des Pudels Kern.

Auch andere Forscher, die damals nicht gerade zu den prinzipiellen Gegnern der Suess'schen Hypothese gehörten, konnten nicht umhin, gewisse Gesichtspunkte geltend zu machen, deren Berücksichtigung zu einer Einschränkung der betreffenden Annahmen zu führen schien.

E. v. Drygalski, der spezieller die hier in Betracht kommenden Tatsachen im nördlichen Amerika besprach, stellte in einer Schrift „über Bewegungen der Kontinente zur Eiszeit“ [2]) die Meinung

---

[1]) 98. Bd. dieser Berichte, math.-naturw. Classe. Vgl. mein Referat über diese Arbeit in den Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1889, pag. 336—338.

[2]) Verhandl. des 8. deutschen Geographentages, Berlin 1889. Mein Referat darüber vgl. in den Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1889, pag. 338, welchem ich hier in der summarischen Darstellung der von Drygalski damals entwickelten Ansichten mir zu folgen erlaube.

auf, daß Ausdehnung und Zusammenziehung der kontinentalen Massen infolge von Wärmeschwankungen stattfinden konnten, die ihrerseits von thermischen Oberflächenbedingungen abhängig waren. So konnte das Hereinbrechen der Gletscher der Eiszeit eine Erkaltung des Bodens bewirken. Damit wäre eine Kontraktion der Landmassen verbunden gewesen, wodurch andrerseits jener relativ höhere Wasserstand des Meeres in der Umgebung der betreffenden kontinentalen Landesteile bedingt wurde, wie er aus den vorhandenen Beobachtungen gefolgert wurde. Mit dem Schwinden der Gletscher begann eine Hebung der unter dem Inlandeise gesenkten Geoisothermen, eine allgemeine Durchwärmung des Bodens und damit eine Aufwallung des Landes, das ist eine Hebung.

Das Prinzip der ungleichen Erwärmung der obersten Erdrindenteile glaubte der Verfasser überdies noch in anderer Beziehung zur Anwendung bringen zu können. Durch kalte Tiefenströmungen erfolge eine Erkaltung des Meeresbodens vielfach schneller als die der kontinentalen Massen. Das würde eine Kontraktion und eine größere Dichte der festen Massen unter dem Meere bedingen, wie sie von Faye und Helmert schon aus der Diskussion der Schweremessungen erschlossen wurde. Das würde ferner einen Grund für die Permanenz der Kontinente abgeben. Endlich könnte sogar die Entstehung der Gebirgsfalten mit den Wärmeschwankungen in der Erdrinde zusammenhängen, insofern verschiedene Teile der Erdrinde sich in bezug auf den Wärmeverlust verschieden verhalten.

Ohne auf das Meritorische dieser Ausführungen einzugehen, erlaubte ich mir damals die Bemerkung, man ersehe jedenfalls aus derartigen Darstellungen, daß das Problem der sekularen Hebungen und Senkungen viel verwickelter sei, als dasselbe Manchem erscheine, der dasselbe mit Außerachtlassung physikalischer Betrachtungen behandeln zu können glaube.

Jedenfalls wurden hier Gesichtspunkte zur Sprache gebracht, welche Suess wenigstens anfänglich bei Aufstellung seiner Hypothese nicht berücksichtigt hatte.

Es ist übrigens fraglich, ob die bisher erwähnten Versuche einer Beleuchtung der von Suess über die in Rede stehende Frage entwickelten Ideen zur Beseitigung oder Einschränkung der letzteren hingereicht haben würden, wenn nicht von noch anderen Seiten her sich gewichtige Stimmen dagegen erhoben hätten.

Nach dem Erscheinen des zweiten Antlitzbandes, in welchem Suess jene Anschauungen, wie schon gesagt, ausführlicher zu begründen versucht hatte, wurden nämlich die letzteren wieder mehrfach auf Grund von neuen Untersuchungen in Skandinavien und in der Nachbarschaft dieses Landes bekämpft, also von dem Boden aus, auf welchen bereits Dechen die Diskussion der betreffenden Frage zu stellen versucht hatte, allerdings ohne damals über mehr als über Argumente aus der älteren Literatur zu verfügen.

Eine besondere Rolle spielten bei diesen neueren Untersuchungen bekanntlich die von Högbom für den nördlichen Teil des bottnischen Meerbusens und von Ramsay für Lappland und Finnland ergänzten

Beobachtungen von de Geer, der die verschiedenen hier in Betracht kommenden Terrassen auf weite Strecken hin verfolgte und dessen Darlegungen zufolge eine schildförmige Auftreibung des Landes in Skandinavien, bezüglich in Finnoskandia in postglazialer Zeit stattfand. Auch die Mitteilungen von Sieger über Seeschwankungen und Strandverschiebungen in Skandinavien sind hier zu nennen.

Da auf alle diese Darlegungen bereits in verschiedenen Lehrbüchern Bezug genommen wurde, kann hier füglich von einer genaueren Wiedergabe derselben abgesehen werden. Hält man sie überdies zusammen mit den Angaben von Brückner über das ruhige Verhalten der deutschen Ostseeküste, welches im Gegensatz steht zu den bis in die moderne Zeit fortgesetzten Hebungen an den Küsten Schwedens und Finnlands, so bleibt kein Zweifel, daß man es hier mit Veränderungen des festen Landes und nicht des Seespiegels zu tun hat, insofern es sich ja doch um die Umrandung eines und desselben Wasserbeckens handelt. Dann fällt auch jeder Grund fort, die für einzelne Teile jeweilig desselben alten Strandes verschiedenen Höhenlagen der quartären Küstenlinien auf etwaiges ungleiches Absinken gewisser Gebietsstrecken zurückzuführen, wie das vielleicht der Ansicht von Lukas Waagen[1]) entsprechen würde, der heute noch geneigt scheint, die sekularen Hebungen zu leugnen, der jedoch nicht bloß sehr ungleiche, sondern vielfach auch ziemlich kolossale Senkungen voraussetzen müßte, um die tatsächlichen Verhältnisse zu erklären und der dabei Schwierigkeiten fände für die Deutung der jeweiligen paläogeographischen Beziehungen, welche im Gefolge jener Senkungen sich ergeben hätten[2]).

Die Beobachtungen in Skandinavien ergaben übrigens, worauf Brückner hingewiesen hat (l. c. pag. 251), auch ein direktes Argument gegen die Suess'sche Annahme, daß eine Beschleunigung der Rotationsgeschwindigkeit des Erdballs während der Quartärzeit eine Zunahme der Seespiegelhöhe gegen die Pole zu bewirkt haben soll (vgl. oben). Dieser Annahme gegenüber hebt Brückner hervor, daß der Betrag der betreffenden Hebung (um diesen Ausdruck der Kürze wegen zu

---

[1]) In dem Werke „Unsere Erde". Das Jahr des Erscheinens dieses Werkes ist auf dem Titelblatt desselben nicht ersichtlich gemacht. Das Buch kam 1909 in München bei der allgemeinen Verlagsgesellschaft heraus.

[2]) Daß die Idee von der Bedeutung der Senkungen auch sonst noch Freunde zählt, soll nicht in Abrede gestellt werden. Vielleicht werden sich dieselben auch noch auf die sogenannten Greifswalder Beschlüsse der deutschen geologischen Gesellschaft berufen, welche unter dem Vorsitz des Professors Frech im August 1912 zu Stande kamen. Diese Beschlüsse lauteten dahin, daß die jüngere (saxonische) Gebirgsbildung in Deutschland in mesozoischer und nachmesozoischer Zeit von Senkungen beherrscht wurde, wie sie Suess angenommen hatte.

Das berührte indessen nicht die prinzipielle Frage, um die es sich hier handelt, sondern einen speziellen Fall. Was diesen Fall selbst betrifft, so hat sich Stille mit Bestimmtheit dahin geäußert, daß in denjenigen Phasen, in denen die Senkungen eingetreten sein sollen, die angeblich gesenkten Schollen nach aufwärts bewegt worden sind. Im Uebrigen protestiert Stille gegen jene Beschlüsse auch formell, indem er geltend macht, daß in wissenschaftlichen Fragen die Entscheidung nicht von der zufällig zusammengekommenen Majorität einer Versammlung abhängig sein darf. (Vgl. hier unter Anderem die Zeitschrift der deutschen geol. Ges., 68. Bd für 1916, Monatsberichte, pag. 269 und 270).

gebrauchen) „tatsächlich von Ort zu Ort sich ganz unregelmäßig ändert und zum Beispiel für die Postglazialzeit auf den nördlichsten Inseln Norwegens nur 28 Meter beträgt, in der Mitte von Norwegen dagegen über 200 Meter". „Die Erscheinungen", so fährt Brückner fort, „sprechen also nicht für die Theorie, abgesehen davon, daß für eine erhebliche Bewegung dieser Art eine sehr merkliche Aenderung der Rotationsgeschwindigkeit angenommen werden müßte."

Aber auch abgesehen von Skandinavien und den diesem Lande benachbarten Gebieten lassen sich Beispiele von Untersuchungen anführen, welche im Zusammenhange mit den eben genannten die Unhaltbarkeit der Suess'schen Ansicht darzutun geeignet sind. Man kann sich hier an den Nachweis verbogener Uferlinien glazialer Seen in Nordamerika erinnern, den de Geer zu führen versuchte [1]) oder auch an Gilberts Darlegungen über die Hebung und Verbiegung postglazialer Uferlinien des ehemaligen Lake Bonneville in Utah [2]). Diese Uferlinien, die sich doch jeweilig in gleicher Höhe gebildet haben, sind heute vielfach verändert, z. B. beträgt der Höhenunterschied verschiedener Stellen bei der sogenannten Bonneville shoreline in der Nähe des großen Salzsees bis zu 150 Fuß. Ein Krummwerfen der Erdrinde (a warping of the earth's crust) gilt dem amerikanischen Autor als zweifellose Ursache dieser Erscheinung.

Wenn es sich in den letztgenannten Fällen nicht um marine Terrassen handelt wie an Norwegens Küsten, so tut das nichts zur Sache. Im Gegenteil ist es für die Beweisführung von einigem Vorteil, wenn der Meeresspiegel, dessen Veränderlichkeit von Suess ausschließlich für die mit der Faltung nicht unmittelbar zusammenhängenden Niveauveränderungen verantwortlich gemacht wurde, bei der Diskussion der Frage nach der Selbständigkeit solcher Veränderungen außer Betracht bleiben kann.

Weil aber gerade von amerikanischen Verhältnissen die Rede ist, so sei schließlich auch noch ein Beispiel von einer direkt auf das Verhältnis zwischen dem Meeresspiegel und der daran grenzenden Landerhebung bezüglichen Beobachtungsreihe erwähnt. Es betrifft die Mitteilungen, welche E. Wittich [3]) über ganz junge Meeresbildungen gemacht hat, die sich auf der Halbinsel Californien bis zur Höhe von mehr als 1000 Meter über dem Pacific befinden und sogar die Wasserscheide zwischen dem Ozean und dem californischen Golf an einigen Stellen überschreiten. Wittich läßt es zwar unentschieden (vgl. z. B. l. c. pag. 511), ob man es hier mit Schollen- oder Meeresbewegungen zu tun habe, indessen scheint es doch in Anbetracht aller

---

[1]) Proceedings Bost. soc. nat. hist. XXV. Bd., 1892, pag. 454.

[2]) Gilbert, Lake Bonneville 1890, pag. 362, vergleiche ferner den Compte rendu der 5. Session des internationalen Geologenkongresses, Washington 1893, pag. 375.

[3]) Ueber Meeresschwankungen an der Küste von Californien, Zeitschr. d. deutschen geol. Ges., 64. Bd., 1912, pag. 505 etc. Dort wird auch auf einige frühere Veröffentlichungen des Verfassers über denselben Gegenstand Bezug genommen.

Umstände mehr als zweifelhaft, daß ein solches Vorkommen seine Lage ausschließlich einem Sinken des Meeresspiegels verdankt. Vor allem müßten in denselben geographischen Breiten auf der atlantischen Seite Mexikos und Nordamerikas analoge Erscheinungen nachweisbar sein. Auch ist zu erwägen, daß es sich hier um ein dem Aequator genähertes Gebiet handelt, wo doch nach der Anschauung von Suess im Gegensatz zu den mehr polwärts gelegenen Gegenden mit ihren freigelegten marinen Terrassen eine Aufstauung des Ozeans sich geltend machen mußte. Zwar scheinen jene jungen marinen Absätze auf der californischen Halbinsel nicht überall mit Terrassen in Verbindung zu sein. Immerhin aber erwähnt Wittich Inlandsdünen und alte Brandungsformen aus Höhen von mehr als 400 Meter.

Es würde aber zu weit führen, hier auf alle Arbeiten zu verweisen, die sich mit dem in Rede stehenden Gegenstande in Beziehung bringen lassen. Diese Arbeiten sind ziemlich zahlreich. Für unsere Darstellung mag es genügen, schließlich noch hinzuweisen auf die Meinungen der Verfasser verschiedener in ihrem Wert anerkannten Lehrbücher und Compendien, in welchen das Problem der sekularen Hebungen und Senkungen seit der Verlautbarung der Suess'schen Theorie berührt wurde.

Daraus wird sich vielleicht am besten ergeben, daß heute wohl ziemlich allgemein die fragliche Annahme als beseitigt betrachtet wird.

Schon im Jahre 1897 schrieb Eduard Brückner[1]): „So steht es denn fest, daß weder allgemeine noch zonale, noch regionale Bewegungen des Meeresspiegels alle beobachteten Hebungen und Senkungen erklären können. Zwar kommen solche Bewegungen vor, allein sie halten sich nur in engen Grenzen. Alle heute sich vollziehenden nicht vulkanischen Strandverschiebungen können sich im Wesentlichen nur auf Bewegungen des Landes zurückführen — sie sind der Ausdruck von Krustenbewegungen.“

Ferdinand Löwl aber in seiner Geologie[2]) sagt in seiner ungezwungenen Ausdrucksweise: „Die Hebungstheorie blieb bis 1880 unangefochten und kam dann nach einer kurzen Verdunkelung durch Suess' Erklärungsversuch rasch wieder zur allgemeinen Geltung“, und auch Supan[3]) findet nach einer längeren Besprechung des fraglichen Problems „die Schlußfolgerungen, zu denen Suess gelangte, nicht haltbar“. Er fährt fort: „An vielen Orten mag der Meeresspiegel sich auf- und abwärts bewegt haben, wir haben aber auch unzweifelhafte endogene Niveauveränderungen des Landes kennen gelernt, und zwar von verschiedener Art, instantane und sekulare, regionale und lokale.“ Allerdings glaubt derselbe Autor, daß die Bewegung eines Teiles der Erdrinde „ohne Schichtenbiegung oder ohne Randspalten geradezu undenkbar“ sei und daß es sich im ersteren Fall um Faltungen mit

---

[1]) Allgemeine Erdkunde, in dem Bande über die feste Erdrinde, pag. 153.

[2]) Leipzig u. Wien bei Deuticke 1906 (XI. Teil des Werkes „Die Erdkunde“ von Klar), pag. 139).

[3]) Grundzüge der physischen Erdkunde, 4. Auflage, Leipzig 1908, pag. 387.

sehr großer Spannweite handle (l. c. pag. 389). Damit wäre allerdings eine scheinbare Annäherung an den Standpunkt gegeben, den anfänglich einige Verfechter der Suess'schen Ideen eingenommen hatten, daß Hebungen, die mittelbar mit Faltung zusammenhängen, nicht geleugnet zu werden brauchen, aber es ist doch augenfällig, daß Suess, abgesehen von seiner oben bereits erwähnten Ablehnung jener Falten von großer Spannweite wenigstens die sekularen Hebungen, die mit Strandverschiebungen zusammenhängen, unter die von ihm als zulässig betrachteten Ausnahmen von seiner Zusammenbruchs- und Senkungstheorie nicht gerechnet hat.

Der amerikanische Geologe Thomas Chamberlin[1]) gibt wohl (l. c. pag. 514) zu, daß die von Suess in den Vordergrund gerückte Abwärtsbewegung von Teilen der Erdkruste im allgemeinen dem Prinzip der Schrumpfungstheorie entspricht, hält aber nichtsdestoweniger dort, wo er (l. c. pag. 519) von „Plateau forming movements" spricht, an der Annahme vertikaler Hebungen fest.

Professor A. P. Brigham bezieht sich in seinem Textbook of geology (London 1902) zwar in einer Anmerkung (l. c. pag. 452) auf Suess betreffs der Strandlinien, tritt jedoch im Uebrigen für die Annahme kontinentaler Hebungen und Senkungen im Sinne der früheren Vorstellungen ein (l. c. pag. 167 und 168). Er gibt zu, daß der Meeresspiegel leichten Schwankungen unterworfen ist, deren Ursache er jedoch in der veränderlichen Massenanziehung der Festlandsgebiete und Eisbedeckungen erblickt, eventuell auch dem Einfluß der inneren Erdwärme auf das Anschwellen des Landes zuschreibt.

H. Credner wiederum hat zwar die von Suess vorgeschlagenen, angeblich neutralen Bezeichnungen[2]) für die Veränderung der Strandlinien angenommen, gibt aber in dem betreffenden Kapitel seiner Elemente der Geologie[3]) der älteren Annahme von Hebungen und Senkungen des festen Landes ebenfalls recht, während Emanuel Kayser[4]) gleich verschiedenen anderen Autoren auch die erwähnten Bezeichnungen nicht für glücklich hält und seine Besprechung der bewußten Frage mit folgenden Worten schließt: „Es ergibt sich mit Bestimmtheit, daß die durch die Arbeiten von Suess eine Zeitlang erschütterte Theorie der kontinentalen Niveauveränderungen wieder in ihr altes Recht gesetzt werden muß. Daß man dies aussprechen, daß man wieder, wenn auch in einem anderen Sinne als seiner Zeit

---

[1]) Geology by Chamberlin and R. Salisbury, New York 1904.

[2]) Suess (vgl. II. Bd. des „Antlitz", pag. 29) sagt bekanntlich statt Erhebung des Landes negative Veränderung der Strandlinie und statt Senkung positive Veränderung der Strandlinie. Die meisten Kritiker haben sich gegen diese Bezeichnung als die Vorstellung von den Tatsachen störend und verwirrend gewendet. Die früher gewohnte Ausdrucksweise, so wird von diesen Kritikern gesagt, entspreche besser dem natürlichen Begreifen, gleichviel, ob diese Ausdrucksweise den betreffenden Vorgängen physikalisch gerecht werde oder nicht. Man sage auch von der Sonne, sie gehe auf oder unter und wisse doch recht gut, daß dieser Vorgang durch die Bewegung der Erde und nicht der Sonne bewirkt werde.

[3]) XI. Auflage, Leipzig 1912, pag. 57 etc., betreffs der positiven und negativen Veränderungen der Strandlinien siehe dort pag. 59.

[4]) Lehrbuch der allgemeinen Geologie, 4. Auflage, Stuttgart 1912.

Galilei von der Erde sagen darf *e pur si muove* ist ein erfreuliches Ergebnis der Untersuchungen der letzten Jahrzehnte."

Immerhin aber darf man daran erinnern, daß auch in diesem Falle das Auftreten von Suess nicht ohne Nutzen für die Klärung des behandelten Problems gewesen ist, namentlich in Bezug auf die Kritik gewisser Fehlerquellen bei der Beurteilung und Vergleichung von Strandlinien, was auch einige Gegner von dessen Ansichten, wie z. B. Löwl und Supan ohne Zögern anerkannt haben[1]). Dieses Zugeständnis wird auch durch die im Vorstehenden wohl bewiesene Tatsache nicht geschmälert, daß unser Autor seinerseits jenen Fehlerquellen auszuweichen nicht immer in der Lage war.

Daß übrigens Suess selbst, und zwar jedenfalls zur Zeit der Abfassung des Schlußbandes des „Antlitz" nicht mehr gar so weit davon entfernt war, Hebungen zuzugestehen, und zwar Hebungen, die man nicht ohne Weiteres mit den durch die Faltung bewirkten vergleichen kann, geht aus mehreren Angaben jenes Bandes hervor.

Ich weiß nicht, ob ich hier an die eigentümliche Stelle (Seite 721 des letzten „Antlitz"-Bandes) denken darf, wo es heißt, man habe bisher vorausgesetzt, daß die tieferen Zonen der Erde sich kontrahieren und die höheren vorwärts tragen[2]), was doch eine Wirkung von unten nach oben bedeutet, wie das auch Suess selbst bestätigt, wenn er hinzufügt, im Falle man der Rotation oder den körperlichen Gezeiten einen Einfluß auf die Gebirgsbildung zugestehe, so würde umgekehrt eine Einwirkung von oben nach unten in Betracht kommen. Aber wir kennen Aeußerungen des großen Autors, aus welchen ganz unzweifelhaft und unmittelbar hervorgeht, daß sich derselbe schließlich mit dem Gedanken an Hebungen abgefunden hat.

So lesen wir (III/2, pag. 11), daß im Kaukasus sarmatische Schichten bis zur Höhe von 2200 Meter „emporgetragen" wurden. Auch die Radiolarienbänke auf Barbadoes (l. c. pag. 527) sind aus der dortigen Vortiefe um einige tausend Meter „emporgetragen" worden und ebenso sind (l. c. pag. 335) junge Korallenriffe der Sundainseln „emporgetragen" worden. Man kann doch unbefangener Weise nicht in Zweifel ziehen, daß Emportragung und Hebung nur verschiedene Worte für ein und dieselbe Sache sind.

Aber auch schon, als der 1. Teil des dritten Bandes des „Antlitz" erschien, hat der Verfasser sich derselben Wendung bedient, als er (III/1. Bd., l. c. pag. 407) davon sprach, daß das Miocän in Lykien bis zu Höhen von mehr als 4000 Fuß emporgetragen wurde. Die Substituierung der Hebungen durch Emportragungen darf, wie es scheint, in eine Art Parallele gebracht werden mit der Verwendung des Wortes Rückfaltung bei der Lehre vom einseitigen Schube. Unzukömmlichkeiten, welche sich aus der konsequenten Durchführung jener Lehren ergaben, wurden auf dialektischem Wege beseitigt.

---

[1]) Löwl, l. c. pag. 138, siehe die Anmerkung, und Supan, l. c. pag. 387.

[2]) Dieser Ausspruch ist in mehr als einer Hinsicht von Interesse. Man vergleiche unter Anderem dazu, was auf pag. [147] der heutigen Darstellung über die Tiefen gesagt wurde, aus welchen nach Suess der Anlaß zur Gebirgsbildung kommt und man erinnere sich, daß gemäß anderen Aussprüchen von Suess dieser Anlaß keineswegs von abyssischen Regionen ausgeht.

Erdinneres und Himmelskörper.

Wir würden eine hoch interessante Seite der Ideengänge von Suess vernachlässigen, wenn wir nicht endlich noch einen Blick auf diejenigen Ausführungen des großen Autors werfen wollten, die sich teils mit dem Erdinnern, teils in Verbindung damit mit den Beziehungen unseres Planeten zu anderen Himmelskörpern oder mit diesen selbst befassen.

Schon in der „Entstehung der Alpen“, dort, wo am Schlusse dieses Buches die Erde in ihrer frühesten Vorzeit als „veränderlicher Stern“ geschildert wird, finden wir eine Andeutung davon, daß die Gedanken des Meisters in großzügiger Weise weit hinausgingen über die einfache Betrachtung der Erdoberfläche oder Erdrinde, wie sie das Studienfeld des gewöhnlichen Geologen ist und daß er aus der Verbindung geologischer Vorstellungen mit gewissen Anschauungen über die Beschaffenheit der Gestirne sich manchen Gewinn versprach. Intensiver scheint er sich jedoch jenen Ideengängen vornehmlich erst in der letzten Zeit seines Lebens hingegeben zu haben.

Im Jahre 1907 erschien in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie der Wissenschaften [1]) ein Aufsatz „über Einzelheiten in der Beschaffenheit einiger Himmelskörper“, worin es hieß, die Geologie sei jetzt so weit fortgeschritten, daß man bereits die ersten Schritte zum Vergleich der irdischen Dinge mit den Verhältnissen anderer Himmelskörper wagen könne. Dafür böten sich drei Möglichkeiten: einmal durch das Studium der Meteoriten, welche greifbar und der unmittelbaren Untersuchung zugänglich seien, dann durch die Untersuchung des Mondes, dessen Oberflächenbeschaffenheit sich im Fernrohr zeigt, und drittens in der Sonne und den entfernten Gestirnen, „von welchen das Spektroskop die wichtigsten Nachrichten bringt“.

Der erwähnte Aufsatz beschäftigt sich sodann mit einem Vergleich der Meteoriten mit den die Erde zusammensetzenden Stoffen, welche letztere sich ihrer Vergesellschaftung nach in wenige große Gruppen bringen lassen, für die der Autor allgemeine, umfassende Ausdrücke für nötig hält. „Wo große Brücken gebaut werden sollen, sucht man“ — wie er sagt — „nach den größeren Steinen“. So schlägt er im Anschluß an amerikanische Forscher für die Mehrzahl der mannigfaltigen Oberflächengesteine, so weit sie vulkanischen Essen entstammen, den Ausdruck Sal (*Si—Al*) vor. Dann stellt er die Namen Sima (*Si—Mg*) und Nife (*Ni—Fe*) auf und bespricht kurz gewisse irdische Vorkommnisse, welche dieser auf chemische Verhältnisse gegründeten Einteilung sich anpassen, sowie die Spektren einiger Himmelskörper, welche sich auf die Stoffe dieser Gruppen und ihres Gefolges beziehen. Er mißt dieser Gliederung Bedeutung für tektonische Studien bei, insofern die einzelnen Glieder auf verschiedene Tiefenstufen hinweisen, aus welchen die betreffenden Gesteine stammen.

Dieser Gesichtspunkt ist keinesfalls unwichtig. Ob man die Aufstellung gerade jener neuen Namen für ein Bedürfnis hält oder nicht,

[1]) 96. Bd., Abt. I, zweiter Halbband, pag. 1555 etc.

ist nebensächlich. Was den Gegenstand selbst anlangt, so wird man nicht umhin können, die Suess'schen Gedanken, um die es sich hier handelt, auch weiterhin zu beachten. Sie können für fernere Studien in der Tat zu einem bedeutsamen Ausgangspunkt werden [1]).

Im Schlußband des „Antlitz", und zwar in dem Abschnitt, welcher „Die Tiefen" betitelt ist, worunter das Erdinnere verstanden wird, kommt der Autor auf dieses Thema zurück. Er knüpft dabei an die Tatsache an, daß es Meteoriten von verschiedener Beschaffenheit gibt. Wir kennen solche, die aus Nickel-Eisen bestehen, andere, die den Uebergang zu den weniger eisenreichen Vorkommnissen mit Magnesium-Silikaten bilden. Dann gibt es feldspatführende Gesteine und auch geschmolzene Gläser (Moldavite, Bilitonite, Tektite etc.), welche, wie der Autor sagt, den sauren Feldspatgesteinen der Erde entsprechen. Endlich sind noch die leichtesten, kohlenstoffhaltigen Meteoriten zu nennen, welche als Tuffe gedeutet werden [2]).

Wenn nun die Meteoriten als planetarische Bruchstücke angesehen werden, so lassen sie sich mit verschiedenen Zonen des Erdkörpers vergleichen und diese Zonen entsprechen den Gruppen Nife (auch als Barysphäre bezeichnet) Sima und Sal, sowie deren Zwischenstufen und Abänderungen, für welche auch kombinierte Namen gebraucht werden können, wie zum Beispiel Crofesima bei Gesteinen, die Chrom enthalten, oder Nifesima für Zwischenbildungen zwischen

---

[1]) Daß Suess selbst diesen Ausführungen, sowie überhaupt den darauf und im Zusammenhang damit auf den Vergleich der Erde mit den Himmelskörpern bezüglichen weiteren Auseinandersetzungen einen besonderen Wert beilegte, geht vielleicht auch aus Folgendem hervor.

Kurz vor dem Erscheinen des Schlußbandes seines großen Werkes wurde er von der Redaktion der „Neuen Freien Presse" eingeladen, einen Ausschnitt daraus in dieser Zeitung zu veröffentlichen. Er lehnte ab mit der Begründung, man werde einem Maler nicht zumuten, aus einem größeren Gemälde „so und soviele Quadratzentimeter abzusondern". Dafür schrieb er für das genannte Blatt (Nummer vom 10. Oktober 1909) ein höchst originelles Feuilleton betitelt „Eine Nacht am Fenster", in welchem verschiedene der in dem Kapitel über „Die Tiefen" erörterten Fragen, anknüpfend an eine nächtliche Störung seiner Arbeit, in anziehender und sehr lehrreicher Weise zur Sprache gebracht wurden. Wir lesen dort unter Anderem und finden besonders hervorgehoben, „daß die Vereinigung der schweren Metalle des Nife gegen die Mitte des Erdkörpers bereits vor der Ablösung des Mondes „weit vorgeschritten war".

[2]) Es ist vielleicht mehrfach bekannt, daß man neuerdings auch von Eismeteoriten gesprochen hat, insofern Hoerbiger die Hagelfälle hierher zählt. Doch dies sei nur nebenbei erwähnt, da wir uns hier ja nur mit den Ansichten von Suess zu beschäftigen haben. Ohne auf das Für oder Wider dieses Teils der Hoerbiger'schen Hypothese einzugehen, läßt sich doch nicht ohne Weiteres leugnen, daß rein prinzipiell gesprochen, das Vorkommen von Wasser- bezüglich Eisteilchen im Weltraum ebenso denkbar ist, wie das geschmolzener Gläser. Vgl. hierzu Hoerbigers Glacial-Kosmogonie (eine neue Entwicklungsgeschichte des Weltalls, herausgegeben von Ph. Fauth, Kaiserslautern bei H. Kayser 1913).

Was die als Meteoriten betrachteten Gläser anlangt, so ist die betreffende zuerst von Franz Eduard Suess (dem Sohne) ausgesprochene Annahme eines außerirdischen Ursprungs neuerdings Gegenstand einer Diskussion geworden, in welcher sich Prof. Berwerth gegen die Vorstellungen des letztgenannten Autors in der Tektitfrage gewendet hat. Uns interessiert hier vor Allem nur die Stellungnahme von Suess (dem Vater) zu der Deutung des Glas-Meteoriten. Wie sich zeigte, wurde die erwähnte Theorie, die ja sicher viel Ansprechendes hat, von ihm ohne Weiteres aufgegriffen.

den Typen *Ni—Fe* und *Si—Mg* usw. Es wird dann wieder auf die Spektren gewisser Himmelskörper (zum Beispiel Sonne und α Cygni) hingewiesen und untersucht, in welcher Weise das metallische Gefolge jener Zonen daselbst bemerkbar wird oder zurücktritt. Als eine besondere irdische Sphäre kann noch die Stratosphäre genannt werden, das ist die „jüngere sedimentäre Hülle“, welche fast ganz auf Kosten der salischen Zone gebildet erscheint. Diese Ausführungen schließen mit einem lehrreichen Hinweis auf die nickelführende Lagerstätte von Sudbury in Kanada (auf Grund von Colemans Beschreibung), wo man in relativ geringem Abstande aus salischem Granit bis in eine nifesimische Zone mit Schwermetallen gelangt. Die Erfahrungen stimmen dabei mit jenen überein, „die Vogt in den norwegischen Nickelgruben sammelte“.

Dieses sehr anregende Kapitel, von dem hier natürlich nur eine kurze und unvollständige Zusammenfassung gegeben werden konnte, bildet aber nicht den ausschließlichen Inhalt der den „Tiefen“ gewidmeten Ausführungen. Wir greifen aus den letzteren hier noch die für die Auffassung des Vulkanismus wichtige Besprechung der „Entgasung“ heraus und gelangen damit zu einem Teil der Suess'schen Darstellung, welcher den Leser ganz besonders zum Nachdenken herausfordert.

Auch diese Ausführungen haben ähnlich wie diejenigen über die Meteoriten einen Vorläufer gehabt. In der Versammlung der deutschen Naturforscher und Aerzte zu Karlsbad im Jahre 1902 hielt Suess einen Vortrag über heiße Quellen [1]), worin der Gedanke entwickelt wurde, daß der Wasserdampf der Vulkane, sowie das Wasser vieler heißer Quellen, zu denen beispielsweise die Geysire und die Karlsbader Quellen gerechnet wurden, aus dem Erdinnern stammt, bezüglich aus der Entgasung desselben hervorgeht. Suess nannte diese Wässer juvenil im Gegensatz zu den vadosen Wässern, welche von der Oberfläche der festen Erdkruste aus in die Erde einsickern dadurch die Mehrzahl der Quellen speisen und denen die Wassermengen der Atmosphäre, sowie der Flüsse, Seen und Meere angehören. Im „Antlitz“ (l. c. pag. 630) definiert er die juvenilen Wässer als „solche, die entstehen, indem unter sehr hohem Druck und sehr hoher Temperatur aus dem Erdinnern hervordringender Wasserstoff sich mit dem Sauerstoff der Atmosphäre verbindet.“ Er fährt dann fort: „Aus den emporgestoßenen weißen Dampfballen der Vulkane werden Wolken, und vadoser Regen fließt über die Abhänge der Vulkane.“ Daß Wasserdampf „das treibende Moment bei vulkanischen Ausbrüchen“ bilde, sei übrigens schon lange bekannt gewesen. Wenn man sich auf die Nähe der Meere bezüglich der vulkanischen Herde berufen habe, so sei dies verfehlt gewesen, und in der Tat sind ja auch, wie zugestanden werden muß, die Entfernungen mancher Vulkane von den nächsten Meeren zu groß, um einen Zusammenhang des Meerwassers mit den vulkanischen Dampfwolken als sicher voraussetzen zu können.

[1]) Sonderabdruck aus den Verhandlungen dieser Versammlung. Leipzig 1902, pag. 1—20.

Immerhin verdient gleich hier bemerkt zu werden, daß dieser vulkanische Wasserdampf sich nach der obigen Definition erst bei der Berührung des juvenilen Wasserstoffs mit der Atmosphäre bildet. Der Wasserdampf als solcher kann also wohl nicht ohne Weiteres als das treibende Agens bei der Eruptionstätigkeit betrachtet werden, wenn wir dieser Hypothese auf den Grund gehen.

Auch ist nicht zu übersehen, daß, wie wir hörten, das Wasser gewisser Thermen, welches doch eben schon als Wasser an die Erdoberfläche tritt, gemäß derselben Hypothese gleich dem Wasserdampf der Vulkane für juvenil erklärt, also bezüglich seiner Entstehung dem echt vulkanischen Wasser an die Seite gestellt wird. Bezüglich dieses Thermalwassers könnte aber doch nicht angenommen werden, daß es erst nach der Berührung des aus dem Erdinnern aufsteigenden Wasserstoffs mit der Atmosphäre entsteht, wenn man nicht irgend einen Kontakt des Erdinnern mit der Atmosphäre voraussetzt. Enthalten aber die Thermen unmittelbar juveniles Wasser, dann entfällt (immer im Sinne des Wortlautes der fraglichen Hypothese) die Zulässigkeit einer Parallele zwischen dem thermalen und dem vulkanischen Wasser, welches letztere angeblich erst nach dem Hervortreten des Wasserstoffs aus dem Erdinnern gebildet wird.

Was aber jenen Kontakt der Atmosphäre mit dem Erdinnern betrifft, an den man denken müßte, um die Entstehung des Wasserdampfs aus dem von dort stammenden Wasserstoff bei Thermen und Vulkanen zu erklären, so liefert uns Suess selbst Argumente gegen eine solche Voraussetzung.

In seinem Aufsatz über heiße Quellen (pag. 9) schildert er unter Anderem den Besuch, den er einst einem parasitischen Krater des Vesuv machte und schreibt: „So viel steht fest, daß die Massen von Wasserdampf, welche aus dem Cratere parasitico entwichen, aus einer Temperaturzone stammen mußten, welche dem Schmelzpunkte der meisten Felsarten gleichstand oder ihn übertraf, in welcher daher von porösem oder zerklüftetem Gestein und schon aus diesem Grunde auch von vadoser Infiltration nicht die Rede sein kann.“

Wenn aber das vadose Wasser keinen Zutritt zum Innern der geschmolzenen Massen haben kann, so gilt das wohl auch für die Luft mit ihrem Sauerstoff.

Es mag sein, daß im Untergrunde gewisser Thermalquellen Zerklüftungen tiefer hinabreichen als in den Schlund aktiver Vulkane, so daß in diesem Falle dem atmosphärischen Sauerstoff der Zutritt zu dem juvenilen Wasserstoff schon etwas mehr im Erdinnern ermöglicht wird, in demselben Falle jedoch wäre auch der Zutritt vadosen Wassers in jene Tiefen eine zulässige Annahme. Dann könnte man wenigstens hierbei auf den juvenilen Wasserstoff verzichten.

Die innige Beziehung, welche für manche Thermen, namentlich für die Geysire mit dem Vulkanismus besteht, soll übrigens durch das hier Gesagte nicht verwischt werden. Indessen durfte gezeigt werden, daß hier die Darstellung von Suess einige Lücken aufweist.

Wir lassen aber diese Umstände zunächst auf sich beruhen und fahren fort, uns betreffs weiterer Einzelheiten die Anschauungen von Suess in der angeregten Frage zu vergegenwärtigen.

Ebenso wie es juvenilen Wasserstoff gibt [1]), liefern nun nach Suess die Vulkane noch eine ganze Reihe anderer juveniler Stoffe, wie zum Beispiel *Cl*, *Fl*, *S*, *As* und *C*. Besonders hervorgehoben (l. c. pag. 631) werden die *Cl*-Exhalationen auf Java, die Solfataren und der Umstand, daß „Kohlensäure in Menge an Stellen aus dem Boden tritt, die seit der Tertiärzeit keine vulkanische Eruption erlebt haben.“ Es sind die Nachklänge eruptiver Tätigkeit; die heißen Quellen aber, soweit sie juvenil sind, sind „lediglich eine abgeschwächte Form der Vulkane“.

Bei jedem vulkanischen Ausbruch vermehrt sich nach dieser Auffassung „die auf der Erdoberfläche vorhandene Menge vadosen Wassers. Auch die Atmosphäre empfängt fortwährend Bereicherung“. Diese Darlegung gipfelt sodann in folgendem Satze: „Während man in früheren Jahren meinte, daß das Meer durch Infiltration die Vulkane speise, wird es jetzt zum empfangenden Teil, und die Mengen von Chlor, welche gleichzeitig hervorzutreten pflegen, zeigen gleichfalls an, daß die Wässer der Ozeane [2]) ein Erzeugnis der Entgasung des Planeten sind.“

Diese sensationelle Ansicht hat, wie die ganzen ihr vorausgängigen auf die Entgasung bezüglichen Ausführungen nicht bloß manches Verblüffende [3]) (ähnlich wie der Ausspruch vom Zusammenbruch des Erdballs), sondern auch jedenfalls viel Bestechendes und man begreift, daß ihr anfänglich kaum offen widersprochen wurde.

Wer ihr rückhaltlos zustimmt, muß sich aber klar machen, daß folgerichtig das Wasser der Ozeane wie der Atmosphäre seit der Zeit, als eine feste Kruste unseren Planeten umgab, beständig im Zunehmen

---

[1]) Die Anwendung des Wortes „juvenil“ ist meines Wissens für die hier in Betracht kommende Bedeutung erst seit Suess üblich und gewiß ist das Wort auch gut gewählt, um den von diesem Autor damit verbundenen Gedanken auszudrücken.

Der Gedanke selbst indessen, die Herkunft gewisser Gase und Flüssigkeiten aus der magmatischen Partie das Erinnern abzuleiten, ist allerdings schon in anderen Fällen ausgesprochen worden, wobei man sich (soweit Meinungsdifferenzen in Betracht kommen) vornehmlich an die Vorstellungen über die Entstehung des Petroleums erinnern mag, welche von solchen Chemikern und Physikern vertreten wurden, die gegen die Annahme eines organischen Ursprungs des Petroleums und der Oelgase sich ablehnend verhielten.

Noch auf dem im Jahre 1907 in Bukarest abgehaltenen internationalen Petroleum-Kongreß wurde diese Anschauung (allerdings zumeist nicht von Geologen) vertreten und von verschiedenen Seiten der Ursprung, bezüglich das Hervortreten des Erdöls mit dem Vulkanismus in Verbindung gebracht, wobei auch auf die Analogie dieses Vorkommens mit den juvenilen Wässern von Suess hingewiesen wurde. Die Richtigkeit dieser Vorstellung wurde allerdings von mehreren Forschern stark bestritten. Soweit ich selbst Einwände gegen dieselbe vorgebracht habe, kann der erste 1912 in Bukarest erschienene Band des Compte rendu jenes Kongresses (Seite 216—221) verglichen werden, bezüglich der Abschnitt, in welchem der Verlauf der betreffenden Diskussion auf Grund eines stenographischen Protokolls dargestellt wird.

[2]) Bei Suess ist diese Stelle ebenfalls durch gesperrten Druck hervorgehoben, was beweist, daß er auf die betreffende Annahme besonderen Wert gelegt hat.

[3]) An Aussprüche, wie der hier erwähnte, dürfte wohl auch Uhlig gedacht haben, als er (vgl. oben pag. [78] und [79]) sagte, die Geologen hätten vor dem Auftreten von Suess unter dem Einfluß der Lyell'schen Ideen das Staunen verlernt.

gewesen ist, was mit einer Reihe anderer Vorstellungen, die wir von der geologischen Vergangenheit haben, nicht ganz übereinstimmt. Man nahm ja gern an, daß einst das Meer eine größere Ausdehnung besaß als heute und Suess selbst hat ursprünglich dieser Annahme gehuldigt. Man braucht sich hierbei nur an die Vorstellungen zu erinnern, die derselbe im Anschluß an die Ausführungen Bronns über das terripetale Streben in der organischen Welt vertreten hat[1]).

Auch noch im Schlußkapitel des „Antlitz" hat er, wie dies schon bei einer früheren Gelegenheit gesagt werden durfte, von einer Panthalassa gesprochen, die ursprünglich die Erde bedeckte[2]). Vielleicht hat derselbe einen wenigstens teilweisen Ausgleich dieses Widerspruchs in der von ihm vertretenen Vorstellung gefunden, daß die ozeanischen Becken sich durch Einbrüche und dergleichen vertikal vergrößert haben und dadurch zur Aufnahme größerer Wassermengen befähigt wurden, auch wenn sie bezüglich des an der Oberfläche von ihnen eingenommenen Raumes beschränkt wurden.

Andrerseits dürfen wir nicht übersehen, daß Suess an einigen Stellen im „Antlitz" [3]) die Meinung äußert, daß die ozeanischen Becken sich erweitern, wie er denn auch bei Besprechung der sogenannten Asyle in dem Abschnitt über das Leben die heutige Oberfläche des festen Landes nur als einen reduzierten „Rest" derjenigen früherer Perioden ansieht. Diese Meinung würde jedenfalls (nur für sich genommen) besser mit der Vorstellung harmonieren, daß wir das Wasser der Ozeane den im Laufe der Zeit stattgehabten Vulkanausbrüchen zu verdanken haben, insofern seine Menge ja durch diese Ereignisse beständig vergrößert werden mußte. Aber sie stimmt leider schwer mit der Vorstellung von der einstigen allgemeinen Ausbreitung des Meeres überein, eine Annahme, die nicht eine zunehmende Erweiterung, sondern eine Verengung der ozeanischen Fläche voraussetzt.

Daneben gibt es dann noch einige hier konsequenter Weise in Betracht zu ziehende Punkte, über welche sich aber der Meister nicht ausgesprochen hat. Es ist nämlich klar, daß es für gewisse paläoklimatologische Fragen nicht gleichgültig sein kann, ob man annimmt, daß eigentlich alles vadose Wasser des Festlandes und der Atmosphäre aus juvenilem Wasser hervorging und daher in älteren Zeiten der Erdgeschichte eine geringere Rolle gespielt hat als später oder ob man sich zu der gegenteiligen Vorstellung hingezogen fühlt. Auch sollte man glauben, daß gemäß der Meinung, der von den Vulkanen ausgestoßene Wasserstoff habe sich jeweilig mit dem Sauerstoff der Atmosphäre zu dem Wasserdampf verbunden, dessen Niederschlag jetzt die Weltmeere füllt, die Menge des freien Sauerstoffs in unserer Luft ursprünglich eine ungeheure gewesen sein mußte und daß die beständige Abnahme dieser Menge während der Entwicklung des organischen Lebens irgendwie hätte zum Ausdruck kommen müssen.

Das ist ja das Eigentümliche gewisser Probleme, daß ihre Vielseitigkeit deren restlose Lösung selten auf den ersten Wurf ge-

---

[1]) Vgl. pag. [23] der heutigen Darstellung.
[2]) Vgl. oben pag. [31] dieser Darstellung.
[3]) I. Bd., pag. 778 und Schlußband (III/2), pag. 690.

lingen läßt, und das zeigt sich in diesem Falle, wie in manchen andern, die in diesen Seiten zur Besprechung gekommen sind.

In gewissem Sinne äußert sich das schließlich auch bei den sehr lehrreichen Ausführungen des alten Meisters über den Mond, welche, wie sogleich gezeigt werden soll, gerade mit den eben besprochenen Vorstellungen über den juvenilen Ursprung des Wassers nicht ganz in Uebereinstimmung zu bringen sind.

Diesem Abschnitt des „Antlitz", der ähnlich wie die vorerwähnten Auseinandersetzungen seinen Vorläufer hatte, gingen bereits im Jahre 1895 in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie einige Bemerkungen über den genannten Himmelskörper voraus[1]), auf welche hier mehrfach Bezug genommen werden muß, insofern die spätere, im „Antlitz" gegebene Darlegung in mancher Hinsicht gekürzt, bezüglich summarisch erscheint.

Diese Darlegung geht begreiflicher Weise von den Eigentümlichkeiten der Oberfläche des Mondes aus, welche an der Hand der neuen davon gemachten Aufnahmen einer Betrachtung unterzogen wird, die sich um so freier nach der geographischen Methode des Autors bewegen kann, als verschiedene andere Mittel direkter geologischer Beobachtung, die uns für die Geologie der Erdoberfläche zur Verfügung stehen, hier ganz ausgeschaltet sind.

Wie das ja im Allgemeinen zumeist auch sonst geschieht, sieht Suess auf dem Monde überall die deutlichsten Beweise vulkanischer Tätigkeit. Er erkennt dabei im Einzelnen die Spuren großer Schmelzherde, und die sogenannten Meere unseres Trabanten erscheinen ihm in der Hauptsache als erstarrte Lavafelder, bei denen stellenweise auch erkennbar ist, daß sie in benachbarte Tiefen überflossen. Der Gang der Abkühlung war nicht regelmäßig und wurde durch Aufschmelzungen unterbrochen. Der größte Teil der Kratere wird für unzweifelhaft jünger erklärt als die meisten Mare-Flächen[2]). Wallkreise stellen kleinere Schmelzherde vor. Jedenfalls sind[3]) zwei Gruppen kreisförmiger Oeffnungen zu unterscheiden, nämlich solche, die durch Aufschmelzung und andere, zumeist kleinere, welche durch Explosion entstanden zu sein scheinen. Ein besonders interessantes Phänomen ist, daß auf den Rändern der größeren Vulkane oft kleinere Kratere sich in reitender Stellung befinden. Man erkennt Verwerfungen. Die sogenannte Mauer im Mond ist eine solche, und es gibt dort auch Kesselbrüche. Island, welches von dem Autor als vulkanischer „Panzerhorst" bezeichnet wird, „dessen Senkungen wahrscheinlich einem höheren Horizonte des Erdkörpers angehören[4]), ist berufen, das treueste Bild der Kesselbrüche des Mondes zu liefern". Auch der Fär-

[1]) Bd. 104, pag. 21—54.

[2]) Vgl. den citierten Aufsatz in den Wiener Akademieschriften, pag. 40.

[3]) Vgl. wieder den Aufsatz in den Wiener Akademieschriften l. c., pag. 51.

[4]) Wir hören hier von einem Horste, der sich durch Senkungen auszeichnet, was sonst nicht der Natur der Horste entspricht. Gepanzert wird dieser Horst wohl deshalb genannt, weil sich viele und große Lavafelder in Island ausbreiten. Dann würde also Vorderindien mit seinen ausgedehnten Eruptivdecken ebenfalls auf den Titel „Panzerhorst" Anspruch haben, sofern nicht Senkungen zu den notwendigen Eigenschaften dieser Art Horste gehören.

bung gewisser Partien auf dem Monde wird Bedeutung beigemessen. Bei gewissen helleren Flecken wird sich teils auf Aschen, teils auf Alaun schließen lassen. Endlich wird auch die seinerzeitige Abtrennung des Mondes von der Erde besprochen, ein Vorgang, der vermutlich in der Region des stillen Ozeans stattgefunden hat.

Unter den Schlußfolgerungen, welche aus dieser Diskussion hervorgehen, wollen wir hier die folgende hervorheben: „Der Mond [1]) mit der Dichte 3·4 ist leichter als alle inneren und schwerer als alle äußeren Planeten. Man wird erinnert an die leichten Peridotkristalle in dem schweren Bad von Nife, welche einzelne Meteoriten zeigen und an die scharfe Grenze, welche Wichert in etwa 1500 Kilometer zwischen dem schweren metallischen Kern der Erde und der steinigen Hülle der Dichte 3·4 sieht. Aus dieser Hülle dürfte der Mond der Hauptsache nach entstanden sein. Im Hauptkörper muß zur Zeit der Abtrennung des Mondes der metallische Kern zur Hauptsache vereinigt gewesen sein. Beinahe alle simischen Gesteine der Erdoberfläche bleiben allerdings unter 3·4, und die weißen Aschen verraten, daß der Mond bei seiner Abtrennung auch salische Stoffe mitgenommen hat. Da er nicht viel Nife haben kann und eine ausreichende Menge juveniler Gase besaß, möchte man vermuten, daß auch auf der Erde diese Gase und mit ihnen unsere vulkanischen Eruptionen wohl nicht aus der Tiefe der Nife, sondern aus Sima, das ist aus der unter der salischen Hülle bis 1500 Kilometer reichenden Zone des Erdkörpers kommen mögen.“ In der Anmerkung 54 des betreffenden Kapitels („Antlitz“, III/2, pag. 738) wird noch besonders darauf hingewiesen, daß der Mond bei seiner Trennung „viel juvenile Gase mitgenommen habe“.

Suess weist überdies an einer anderen Stelle [2]) ausdrücklich darauf hin, daß trotz aller sonstigen physischen Verschiedenheiten „der lunare Vulkanismus eine der irdischen sehr ähnliche Entwicklung genommen hat“. Er fährt dort fort: „Helle und dunkle Aschen lassen sich unterscheiden und deuten auf die Abscheidung salischer Gesteine. Das setzt auch eine gewisse Menge von Sauerstoff zur Bildung der Oxyde voraus. Bestätigt sich das Auftreten von Alaun, so ergibt sich eine weitere wesentliche Annäherung an irdische Zustände. Alles bezeugt den einstigen Bestand juveniler Gase.“

Da kommen wir auf den Punkt, wo sich in den geistvollen und gewiß vielfach sehr beachtenswerten Ausführungen des Autors wieder eine eigentümliche Lücke zeigt.

Wir haben früher gesehen, daß Suess, und zwar gewiß mit Recht, dem Wasserdampf bei den Eruptionen der Vulkane eine ganz erhebliche Rolle zuschreibt, wobei wir im gegenwärtigen Falle jedoch davon absehen, ob dieser Dampf der Oxydation von Wasserstoff beim Zusammentreffen des letzteren mit der Luft seinen Ursprung verdankt [3]) oder nicht. Es läßt sich ferner zeigen, daß unser Autor auch für die vulkanische Tätigkeit auf dem Monde auf die Mitwirkung

[1]) „Antlitz“, III/2, pag. 699.
[2]) „Antlitz“, III/2, pag. 688 u. 689.
[3]) Wie ist übrigens diese Oxydation unter der salischen Hülle möglich?

des Wasserdampfes nicht verzichtet. Die Ausführungen, welche er über die hellen Strahlensysteme, die von gewissen Mondkrateren auslaufen, macht [1]), kommen (l. c. pag. 33) darauf hinaus, daß diese breiten hellfarbigen Strahlen, „wenn sie durch Dämpfe und Sublimationen und die Bleichung der Felsarten erzeugt worden sind, doch so große Dimensionen ohne die Mitwirkung des Wasserdampfes nicht erreichen konnten".

Wir haben aber auch gesehen, daß Suess, der in dem Ausströmen der heißen Dämpfe „eine Begleiterscheinung der Abkühlung der Himmelskörper" erblickt [2]), diesem vulkanischen Wasserdampf oder doch dem darin enthaltenen Wasserstoff einen juvenilen Ursprung beimißt und daß er schließlich das ganze vadose Wasser der Atmosphäre und der Ozeane für ursprünglich juvenil und aus den Eruptionen hervorgegangen erklärt. Also sollte man meinen, daß die großen Eruptionen auf dem Monde eine ganz beträchtliche Menge juvenilen Wassers der Oberfläche dieses Weltkörpers zuführen mußten.

Dennoch geht bekanntlich die allgemeine Annahme dahin, daß dem Monde eine Wasserbedeckung fehlt oder daß Wasser daselbst doch nur in so geringer Menge vorhanden ist, daß dasselbe für die Atmosphäre unseres Trabanten kaum in Betracht kommt [3]).

Die Ursachen dieses Umstandes sind bekanntlich mehrfach Gegenstand von Vermutungen gewesen. Wenn man annimmt, wie das für die Erde von verschiedenen Autoren (zum Beispiel Breislak, Trautschold) geglaubt wurde, daß die Meere mit der Zeit in den Klüften und Gesteinsporen versinken und verschwinden, so kann man Aehnliches auch beim Monde als geschehen voraussetzen. Tschermak in seiner Schrift über den Vulkanismus als kosmische Erscheinung [4]) hat ja überdies gemeint, daß die Gase des Mondes durch die hygroskopischen Exhalationssalze der Vulkane und durch deren eruptiven Detritus gebunden wurden und E. Reyer [5]) tritt sehr entschieden für die Bedeutung der „Reabsorption" in dieser Frage ein.

Es ist auch ganz zweifellos, daß durch die Vorstellung, das von den Mondvulkanen eventuell produzierte Wasser sei von dem genannten Weltkörper wieder verschluckt worden, eine befriedigende Erklärung für die Abwesenheit einer Wasserdünste enthaltenden Atmosphäre auf dem Monde gewonnen wird. Indessen bezüglich der Beschaffenheit der Mondoberfläche selbst bleibt dann noch immer eine Schwierigkeit zu entziffern, wenn wir den Suess'schen Ansichten ohne Weiteres folgen wollen. Den letzteren steht jedenfalls der Einwand entgegen, daß die betreffende Absorption doch nicht plötzlich erfolgt sein kann, daß also eine Periode existiert haben müßte,

[1]) Vgl. wieder den Aufsatz in den Sitzungsberichten der Akademie, pag. 30 33.

[2]) Sitzungsberichte der Akademie, l. c. pag. 34.

[3]) Eine Ausnahme bezüglich dieser allgemeinen Annahme bildet allerdings die Meinung Hoerbigers (vgl. dessen etwas weiter oben erwähnte Abhandlung), der sich den Mond von Eis bedeckt vorstellt.

[4]) Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften, Wien 1877.

[5]) Beitrag zur Physik der Eruptionen. Wien, Verlag von Hölder 1877, pag. 62—74.

während welcher Teile der Mondoberfläche von Wasser bedeckt waren sowie daß diese Periode Spuren hinterlassen haben müßte, die sich auf dem Relief des Mondes zu erkennen geben. Derartige Spuren sind aber nicht vorhanden und werden auch von Suess nicht vermutet. Weder sieht man Erosionswirkungen noch damit im Zusammenhange die Anzeichen von Sedimentation.

Suess schreibt im Gegenteil[1]): „Wir sehen nicht nur kein Wasser, sondern auch keine Spur von Sedimenten, wie sie etwa frühere Meere hinterlassen hätten und wie sie als eine ausgebreitete Hülle einen so großen Teil der Kontinente der Erde bedecken; auch sehen wir gar nichts, was an die Formen unserer archäischen Berge, an unsere Faltengebirge oder Horste mahnen würde[2]) und unwillkürlich werden wir daran gemahnt, daß die Faltengebirge der Erde doch gar oberflächliche Erscheinungen sein mögen. Was der Mond zeigt, sind Kreise, große, mittlere und kleine, immer wieder die Kreisform, höchstens da und dort eine Ellipse oder eine geringe Abweichung vom Kreise[3]), das ist die nackte Oberfläche eines erstarrten, einst glühenden Weltkörpers."

Auch in dem etwas weiter oben (pag. [204] in der Anmerkung 1) erwähnten Aufsatz über „Eine Nacht am Fenster" sagt Suess bezüglich der Oberfläche des Mondes: „Keine Spur von Wasser, noch von Tälern, die das Wasser ausgewaschen hätte, ist kenntlich".

Endlich können wir uns auch noch auf eine weitere Stelle in der vorher bereits besprochenen Abhandlung in den Sitzungsberichten der Akademie beziehen (l. c. pag. 35), wo Suess die Arbeit Brancas über die schwäbischen Vulkanembryonen erwähnt und dabei die Meinung äußert, daß in der betreffenden Gegend Lava in das mit Wasser erfüllte Kluft- und Höhlensystem eines verkarsteten Kalkgebirges eingetreten sei und dadurch binnen wenigen Stunden eine Reihe großer Explosionen erzeugt habe. Dort sagt er ausdrücklich: „Solche Bedingungen fehlen dem Monde." Suess hat also selbst nicht bloß die Wasserarmut des Mondes deutlich betont, sondern auch auf Verhältnisse hingewiesen, die einem gewissen Gegensatz zwischen lunarem und irdischem Vulkanismus wenigstens für einen Teil der betreffenden Erscheinungen entsprechen. Es kann sich in dem letzterwähnten, von Branca besprochenen Fall nur um vadoses und nicht um juveniles Wasser als Ursache der Explosionen gehandelt haben.

---

[1]) Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften, l. c. pag. 34.

[2]) Hier wäre allerdings wieder an den Panzerhorst Island zu denken, der doch, wie wir oben sahen, an Mondlandschaften erinnern soll, was so viel bedeutet, daß umgekehrt die letzteren Analogien mit Horsten aufweisen.

Einigermaßen auffallen darf es ferner, daß gerade in einem Zusammenhange, wo von den exogenen Wasserwirkungen gesprochen wird, die auf der Erde vorkommen und auf dem Monde fehlen, die Horste genannt werden, deren Genesis doch nach Suess mit Erosionswirkungen nichts zu tun hatte. Sollten sich vielleicht die Auffassungen des Autors in diesem Punkte zum Schluß geändert haben?

[3]) Es ist übrigens selbstverständlich, daß Erosionserscheinungen sich nicht auf Faltengebirge beschränken, sondern auch bei Ringgebirgen zeigen müßten, wenn es auf dem Monde so etwas wie Erosion im größeren Maßstabe gegeben hätte.

Ist also am Ende die Analogie des lunaren Vulkanismus und des irdischen nicht so groß, wie angenommen wurde und sind die Eruptionen auf dem Monde sozusagen relativ trockene gewesen? Oder ist der Autor mit seiner Annahme von der juvenilen Herkunft des ganzen ozeanischen Wassers zu weit gegangen und entspricht das heute auf der Erde vorhandene vadose Wasser nicht doch einer weit größeren Menge als sie mit der juvenilen Zufuhr durch Vulkane im Laufe der Zeiten an die Oberfläche gelangte?

Eine Erörterung, welche auf diese Fragen einginge und uns die sich hier aufdrängenden Zweifel lösen könnte, findet sich bei Suess nicht. Auch in diesem Falle hat es der Autor dem Leser überlassen, das Problem bis zu Ende durchzudenken und sich mit ungelösten Widersprüchen abzufinden.

Schlußbemerkungen.

Wir stehen am Ende unserer Betrachtung, welche keineswegs erschöpfend genannt werden kann. Immerhin aber konnten wir die vielseitige Tätigkeit des hervorragenden Mannes, von dem diese Seiten handeln, in ihren wesentlichen Zügen uns vergegenwärtigen und teilweise auch auf eine Reihe von Einzelheiten eingehen, durch welche die Einsicht in jene Tätigkeit erleichtert wird. Auch auf die Wirkung konnte hingewiesen werden, welche sowohl die Persönlichkeit wie die Arbeitsleistung von Suess auf dessen Zeit- und Fachgenossen in diesem oder jenem Sinne ausgeübt hat.

In Bezug auf diese Arbeitsleistung mag man, wenn man will, in der hier zum Abschluß kommenden Darstellung einen ausführlichen Epilog erblicken, der in übersichtlicherer Weise, als es vielleicht die oben analysierten Werke selbst gestatten, die Gesichtspunkte zeigt, unter welchen man jene Leistung beurteilen darf.

Es sei hier jedoch wiederholt, was in der Einleitung zu dieser Schrift gesagt wurde, daß die letztere keinen Nekrolog vorstellt, sondern eine kritische und historische Studie.

Bezüglich der verschiedenen Phasen des äußeren Werdeganges von Suess schien es deshalb genügend, nur das Notwendigste mitzuteilen, und zwar insbesondere das, was für das Verständnis des Zusammenhanges der persönlichen Verhältnisse mit der Forschertätigkeit des großen Autors und seiner Stellung im wissenschaftlichen Leben hervorzuheben unerläßlich schien.

Diesen Zusammenhang nicht ganz zu vernachlässigen war allerdings bei einem Autor geboten, dessen Arbeitsweise sowohl, wie dessen Einfluß auf Andere so vielfach durch den Verlauf seiner Entwicklung und durch allerhand Beziehungen bestimmt worden ist, wie sie nicht jedes Gelehrtenleben aufweist.

Bezüglich seiner wissenschaftlichen Arbeiten sahen wir den Meister als Paläontologen und auf dem Felde der stratigraphischen Geologie tätig und durften die nicht unbedeutenden Leistungen würdigen, welche er auf den betreffenden Arbeitsgebieten vollbracht hat.

Wir wiesen besonders auf die überaus wertvollen Ergänzungen hin, durch welche die am Beginn der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts von den älteren österreichischen Geologen in jener Richtung erzielten Ergebnisse vervollständigt wurden. Selbstverständlich konnten wir uns dabei nicht der Verpflichtung entziehen, auch von solchen Fällen zu sprechen, welche den Anlaß zu Meinungsverschiedenheiten unter den Fachgenossen gegeben haben, wie das für einige Punkte der alpinen Stratigraphie und für die Geologie der jüngeren Tertiärbildungen bemerkt zu werden verdiente. Wir erinnerten uns ferner aber auch des Eingreifens von Suess bei der Lösung oder der Erörterung praktischer Aufgaben und Fragen. Wir erkannten den Eifer, durch welchen er sich auch auf diesem Gebiete auszeichnete und wir anerkannten die großen Erfolge, welche ihm gerade in dieser Richtung beschieden gewesen sind.

Wir verfolgten endlich aber auch die Entwicklung seiner tektonischen Anschauungen von deren Anfängen bis zu seinem Hauptwerk und wir sahen, daß es dem großen Autor schließlich nicht genügte, die ganze Erde mit seinem Wissen und seinen Gedanken zu umspannen, sondern daß er, um das so auszudrücken, sogar nach den Sternen zu greifen sich anschickte, um seine Ideen und Erfahrungen auf die bezüglich anderer Weltkörper uns erreichbar gewesenen Erkenntnisse zu übertragen.

Wir wissen Alle, daß gerade diese tektonischen Bestrebungen und die damit verbundene Arbeitsleistung dem Namen des großen Forschers zahlreiche Bewunderer gewonnen haben. In der Größe der hierbei unternommenen Aufgabe wurde auch der Maßstab für den Mann selbst gesucht und gefunden, der sich diese Aufgabe gestellt hatte.

Sicherlich durfte auch, wie wir erkannten, die hervorragende Persönlichkeit des alten Meisters den Anspruch erheben, daß dieser Maßstab bei der Beurteilung seines Wesens und Wirkens zur Geltung gelange, gleichviel wie man sich zu den Ansichten stellte, mit welchen der geniale Mann in seinen Werken hervorgetreten ist.

Daß nicht alle Fachgenossen in jedem Falle und überall jenen Ansichten zugestimmt haben, durfte in der gegenwärtigen Darstellung allerdings nicht verschwiegen werden. Es wurde gezeigt, daß es sogar immer eine Art von Fronde gegeben hat, welche mit der Kritik der betreffenden Vorstellungen nicht zurückhielt. Nicht minder konnte darauf hingewiesen werden, daß diese Kritik vielleicht um so mehr geübt worden ist, je mehr der Chorus der Anhänger jener Vorstellungen dieselben als Offenbarungen pries und dadurch eine ruhige Diskussion derselben erschwerte.

Auch in diesen, in erster Linie einer historischen Schilderung gewidmeten Seiten, konnte die Beleuchtung der Bedenken nicht ausgeschaltet werden, welche sich gegen eine Reihe von Annahmen bei sachlicher und unparteiischer Prüfung des von Suess Gebotenen ergeben müssen. Und nicht bloß diese Annahmen mußten geprüft, auch die Art ihrer Darstellung und die Denkweise des Autors mußten Gegenstand der Besprechung werden, weil dadurch allein ein richtiges Verständnis für die dem Leser der Suess'schen Schriften vorgelegten Ausführungen gewonnen werden konnte.

Wir sahen dabei, daß manche Schwäche dieser Ausführungen auf den Umstand zurückzuführen ist, daß der Autor jeweilig von einer besonderen Lieblingsidee beherrscht wurde, welche ihn verhinderte, die von ihm behandelten Probleme nach verschiedenen Richtungen hin gleichmäßig zu prüfen. Wir sahen auch, daß er nicht selten den Weg der schon von Lord Bacon der Forschung empfohlenen induktiven Methode verließ und einer gleichsam plötzlichen Inspiration folgend, seine Leser auf besonderen Pfaden in ein Gestrüpp von Widersprüchen führte, um sie dann ihrem Schicksal zu überlassen. Wir beklagten es, daß diese Widersprüche teilweise auch dadurch hervorgerufen wurden, daß der Autor in vielen Fällen es unterlassen hatte, die von ihm verwendeten Begriffe genauer zu definieren, so daß diese Begriffe oft schwankend erschienen, und im Zusammenhange mit diesen Eigentümlichkeiten der Darstellung sahen wir vor Allem, daß die Beweisführung für die vorgebrachten Annahmen eine vielfach unvollständige blieb.

Die Phantasie, welcher ja, wie wir von ihm selbst hörten, der große Autor eine besondere Bedeutung beimaß für das Streben nach den hohen Zielen, die er sich gesteckt hatte, Ziele, wie sie nach seiner Meinung für die bloß auf die Beobachtung und den Verstand des gewöhnlichen Naturforschers gestützte Arbeit unerreichbar schienen [1]), diese Phantasie eines lebhaften Geistes hatte in leicht begreiflicher Weise bisweilen zu theoretischen Vorstellungen geleitet, die frühzeitig ausgesprochen erst nachträglich bewiesen werden sollten, was nicht in jedem Falle gelang.

Wir haben diese Versuche in einer größeren Zahl von Beispielen verfolgt. Es wäre jedoch einseitig gedacht und gehandelt, wenn wir unser Urteil über den Mann und sein Werk ausschließlich auf derartige Umstände gründen wollten.

Man darf da, um das so auszudrücken, die psychologischen Zusammenhänge nicht aus den Augen verlieren, welche für die Bestrebungen eines genialen Gelehrten von Bedeutung gewesen sind, der sich der jahrelangen Arbeit hingab, die Weltliteratur seines Faches zu beherrschen und der gleichzeitig seinem nie versiegenden Reichtum an Ideen während dieser Arbeit Ausdruck geben wollte. Es war ein Reichtum, mit welchem zurückzuhalten vielleicht auch manchem Anderen in ähnlicher Lage schwer gefallen wäre, wenn auch eine kühle Ueberlegung, wie sie aber gerade den impulsiven Naturen oft nicht eigen ist, diese Zurückhaltung bisweilen geboten hätte.

Der „erste Schritt zur Synthese“, sagte Suess in seiner hier schon mehrfach erwähnten Abschiedsvorlesung (l. c. pag. 8) ist „der entscheidende Schritt in dem Leben des Forschers“.

Das mag richtig sein im guten, wie im ungünstigen Sinne. Glück hat derjenige, den dieser erste Schritt gleich auf den richtigen Weg führt, anfänglich vielleicht auch derjenige, dessen Weg von Vielen, die sich ihm anschließen, für richtig gehalten wird. Für den Fall aber, daß der Forscher sich nicht rechtzeitig entschließen kann, diesen Schritt zurück zu tun, sofern der betreffende Weg sich auf

[1]) Vgl. oben pag. [127] dieser jetzigen Schrift.

die Länge nicht als gangbar erweist, und wenn Jemand seine Ansichten nach einer bestimmten Richtung hin zu rasch festgelegt hat, dann entstehen nicht selten Verlegenheiten. Diesen Verlegenheiten aber wird der Forscher um so schwerer begegnen können, je weniger leicht er sich von einer Idee völlig zu trennen vermag, der er unter Umständen noch immer ein Stück Berechtigung zuerkennt, auch wenn er sich der Ueberzeugung nicht verschließen kann, daß die Dinge verwickelter liegen als er ursprünglich annahm.

So erklären sich auch die, rein menschlich gesprochen, sehr entschuldbaren Bemühungen, gewisse widerspenstige Tatsachen doch noch eine Zeitlang im Lichte der ursprünglichen Theorie sehen zu wollen, durch die man gehofft hatte, Probleme lösen zu können, deren restlose Aufklärung Anderen vorher nicht gelungen war und die vielleicht auch in der Zukunft noch nicht sogleich zu bewältigen sein werden. So entstehen dann Ergänzungen und Hilfshypothesen, welche mitunter einer solchen Aufklärung mehr im Wege stehen, als sie jener ursprünglichen Theorie auf die Dauer zu nützen im Stande sind.

Eine vorurteilslose Betrachtung kann, wie das in diesen Seiten schon mehrfach angedeutet wurde, an diesen Umständen gewiß nicht blind vorübergehen. Sie kann die Dinge nicht mit den Augen von Enthusiasten ansehen. Die Sympathie, welche uns eine autoritätvolle und fascinierende Persönlichkeit einzuflößen vermochte und die sich namentlich bei den Schülern eines Meisters wie Suess leicht zur Begeisterung steigern konnte, muß von dem Urteil getrennt werden, welches selbst gegenüber den großartigsten Erscheinungen auf dem Gebiete der wissenschaftlichen Literatur ein sachliches zu bleiben hat.

Daß dieses Urteil aber selbst angesichts von Irrungen nicht ausarten darf in die Negation eines großen Verdienstes, welches trotz solcher Irrungen mit der gewaltigen Arbeit verknüpft bleibt, die ein Forscher vom Range eines Suess zu leisten im Stande war, ist doch wohl selbstverständlich und das ist ebenfalls in diesen gegenwärtigen Seiten wiederholt betont worden.

Wenn auch die Ziele, die dem großen Autor vorschwebten, oft nicht vollständig erreicht wurden, so ist doch schon das Ringen um den Preis bei solchen Zielen der höchsten Anerkennung würdig. Das gilt besonders in einem Falle, in welchem Viele, um nicht zu sagen die Meisten, sich durch die Schwierigkeit der Aufgabe hätten abschrecken lassen, die Wege zur Lösung der behandelten Probleme zu suchen und in welchem unter Umständen gerade solche mutige Naturen, denen für mancherlei Bedenken gleichsam das empfindende Organ fehlt, zu einem Erfolge zu gelangen vermögen.

Sind dann die Schwierigkeiten doch größer als der gute Wille, so müssen wir uns nicht ausschließlich an das halten, was erreicht oder nicht erreicht wurde, sondern vornehmlich und gerechter Weise auch die Kraftanstrengung in Rechnung stellen, welche zur Ueberwindung jener Hindernisse aufgewendet wurde. *In magnis voluisse sat.*

Wer beim Sturm auf eine Burg fällt, ist deshalb nicht weniger ein Held als derjenige, dem es gelingt, auf der Zinne jener Burg seine Fahne aufzupflanzen.

Suess hat im Verlaufe seiner tektonischen Arbeiten allenthalben versucht, Gesetze für den Bau der Erdrinde zu finden und die Pläne zu ermitteln, nach welchen das Antlitz der Erde gestaltet ist. Wenn er solche Gesetze nicht einwandfrei zu begründen vermochte, so lag das, abgesehen von gewissen vorangehend erwähnten Eigentümlichkeiten seiner Darstellung und Denkweise, auch an dem Umfang und der verwickelten Beschaffenheit der behandelten Fragen, die, wie es scheint, mit den uns heute zugänglichen Erfahrungen überhaupt noch nicht vollkommen zu bewältigen sind.

So hat unser Autor bei seinem Versuch jedenfalls mehr Hindernisse vor sich aufgetürmt gefunden als er wohl anfänglich erwartete. Es galt ja für ihn nicht bloß den an sich — wenigstens betreffs der Einzelheiten — bereits großen Umfang unserer positiven Erkenntnis zu überblicken, sondern noch viel größere Lücken dieser Erkenntnis durch Spekulation zu überbrücken. Dem Naturell des Autors gemäß war dies eine Spekulation, die sich ihrerseits teils auf eine halb künstlerische, halb philosophische Betrachtungsweise zu stützen suchte, teils auf den Empfindungen eines Sehers, auf einer Art inneren Erlebens der gesuchten Zusammenhänge beruhte.

Insofern der große Autor aber unter Anwendung des Vergleichs von überall in reicher Fülle hergeholten Tatsachen und Erfahrungen diese Zusammenhänge zu erläutern versuchte, hat er uns sogar diejenigen Probleme, an deren Lösung er scheiterte, in Bezug auf ihre Vielseitigkeit und Vielfältigkeit deutlicher zum Bewußtsein gebracht, als sie es jemals vorher gewesen sind und wenn wir uns denken wollen, daß sein Werk nicht einen Abschluß bedeutet, sondern gleichsam als die Vorarbeit eines ebenso eifrigen, wie unerschrockenen Pioniers aufgefaßt werden kann, dann werden wir auch den Gewinn, den diese Arbeit der Wissenschaft gebracht hat, als einen nicht unbeträchtlichen einschätzen.

Und das ist nur der unmittelbare Gewinn für die weitere Entwicklung eines wichtigen Zweiges der menschlichen Erkenntnisse. Viel weitgehender ist der Erfolg, den die große Synthese überdies aufzuweisen hatte durch die Befruchtung aller tektonischen Studien, welche durch die Arbeiten von Suess einen so überaus mächtigen Anstoß erhalten haben.

Jedenfalls ist durch die Pioniertätigkeit von Suess nicht allein sozusagen eine große Strecke von Neuland für weitere Arbeit gewonnen oder doch gezeigt, sondern auch die Bebauung dieses Neulandes durch frische Kräfte in wirksamer Weise angeregt worden. Daß bei dieser Bebauung, um bei dem Gleichnis zu bleiben, für den Anfang wenigstens, einige Mißverständnisse oder Fehlgriffe nicht hintanzuhalten sein werden, scheint freilich ziemlich unvermeidlich, aber wir dürfen hoffen, daß hier in der Zukunft die reiche Ernte auch an guten Früchten nicht ausbleiben wird, welche wir dann noch mittelbar dem eifrigen Bemühen des großen Forschers verdanken werden.

Wir dürfen auch nicht glauben, daß Suess je gering von sich gedacht hat. Daß er im Gegenteil das Bewußtsein seines Wertes besaß (und ein solches Bewußtsein muß derjenige besitzen, der Anderen ein Führer sein will), das zeigte sich auf ziemlich ausdrucksvolle

Weise in eben jener, in mehrfacher Hinsicht so interessanten Abschiedsvorlesung dort, wo er in einem Rückblick auf sein Lehramt den Zustand der Geologie zur Zeit des Beginnes seiner Wirksamkeit mit der vorgeschrittenen Erkenntnis verglich, welche diese Disziplin zur Zeit des Abschlusses jener Wirksamkeit aufwies [1]) und das geht auch noch besonders aus den Worten am Schlusse dieser Vorlesung hervor.

Er spricht dort von dem Forscher, der zuerst „eine gewisse Strenge gegen sich selbst" daran gesetzt hat, die Einzelheiten kennen zu lernen und dadurch in die Lage zu kommen, „einen Ueberblick zu gewinnen". Endlich aber, so fährt er fort, „kommt die Stunde heran, in welcher seine Seele erfüllt wird von der hohen Befriedigung, irgend eine neue Anschauung oder eine neue Tatsache eingefügt zu haben der Summe menschlicher Erkenntnis — eine Empfindung, welcher gegenüber selbstverständlich Alles verschwindet, was die Außenwelt an Anerkennung zu zollen im Stande ist".

Das ist die Empfindung in der Seele eines Menschen, der das Bewußtsein haben durfte, nach Hohem gerungen und reiche Gaben in solchem Streben unablässig verwendet zu haben. Es ist auch die Empfindung Jemandes, der sich sagte, daß er nicht umsonst gelebt habe, daß sein Wirken nicht spurlos vorübergegangen und daß seine Arbeit nicht ohne bedeutsame Folgen geblieben war.

Und dennoch hat Suess sich nicht der Täuschung hingegeben, daß jenes Streben ihn stets zu absoluten Wahrheiten geführt habe oder daß Alles, was er erkannt zu haben glaubte, ein wirklich dauernder Besitz der Wissenschaft geworden sei. Am allerwenigsten aber glaubte er, daß die Ziele, die ihm vorschwebten, auch sämtlich von ihm erreicht worden seien.

Schon frühzeitig kam er deshalb dahin, die Arbeit des Forschers mit einem „Klettern von Irrtum zu Irrtum" zu vergleichen [2]), und an einer anderen Stelle [3]), dort, wo er sich gegen Beaumonts Hypothese von einer geometrischen Anordnung der Gebirgsketten wendet, lesen wir die bezeichnenden Worte: „Auf eine wie sonderbare Weise doch oft die Natur unseren Voraussetzungen widerspricht."

Freilich war es, wie wir sahen, gerade die Neigung, zu viel von solchen Voraussetzungen, das heißt von rasch gefaßten Eingebungen und vorgefaßten Meinungen auszugehen, welche unsern Autor beim Verfolg seiner Studien mit jenem von ihm beklagten Widerspruch zwischen der Natur und menschlichen Auffassungen bekannt werden ließ und die ihn auch nicht selten zum Widerspruch mit sich selbst gebracht hat.

Es ist zweifellos aus der Empfindung für diesen Zwiespalt zwischen Wollen und Vollbringen zu erklären, daß sich schließlich bei dem großen Forscher sogar jene Resignation einstellte, die sich im vorletzten Abschnitt seines Hauptwerkes [4]) in den Worten kundgibt:

---

[1]) Auf diesen Vergleich konnte in der gegenwärtigen Schrift schon bei einer früheren Gelegenheit (pag. [98]) aufmerksam gemacht werden.

[2]) Bekannter Ausspruch des Meisters, auf welchen auch in der Gedenkrede Dieners angespielt wurde.

[3]) „Enstehung der Alpen", pag. 145.

[4]) „Antlitz", Bd. III/2, pag. 724.

„Zahlreiche Zweifel und Fragen hängen von dem Ende dieses unvollkommenen Versuches, das Antlitz der Erde zu überschauen, herab wie lose Fäden von einem unfertigen Gewebe.“ Und aus denselben Zweifeln heraus hat er, worauf wir schon früher aufmerksam machten, seine theoretischen Vorstellungen in jener letzten Arbeit über die Zerlegung der gebirgsbildenden Kraft nur mehr als eine Arbeitshypothese hingestellt, während er ursprünglich doch wohl etwas zuversichtlicher über den Wert dieser Hypothese gedacht haben dürfte.

Mit anderen Worten Suess hatte sich, um hier wieder an einen früher erwähnten Ausspruch in dem geistvollen von de Launay (vgl. oben pag. [85]) verfaßten Nekrolog anzuknüpfen, mehr und mehr davon überzeugt, daß selbst das längste Leben kurz, die Kunst aber lang ist. Er erkannte die Unmöglichkeit, die Grenzen der menschlichen Erkenntnis ins Ungemessene zu verschieben und er war deshalb Stimmungen unterworfen, unter deren Einfluß er auf die restlose Erreichung seiner Ziele Verzicht leistete.

In hoch poetischer Weise finden wir diese Stimmung ausgedrückt in den Worten, mit welchen der zweite Band des „Antlitz“ schließt: „Wie Rama über das Weltmeer schaut, dessen Umriß am Horizont mit dem Himmel sich mengt und eint und wie er sinnt, ob wohl ein Pfad hinaus zu bauen sei in das schier Unermeßliche, so blicken wir über den Ozean der Zeiten, aber es zeigt sich bis heute nirgends ein Ufer.“

Das ist das Bekenntnis des Goethe'schen Faust: der (erkennend, daß seinem brennenden Verlangen, dem Zusammenhang aller Dinge auf die Spur zu kommen, keine Erhörung winkt) in die Worte ausbricht: „Ich seh', daß wir nichts wissen können,“ oder der an einer anderen Stelle seiner Enttäuschung Ausdruck gibt durch die Betrachtung: „O glücklich, wer noch hoffen kann, aus diesem Meer des Irrtums aufzutauchen. Was man nicht weiß, das eben brauchte man, und was man weiß, kann man nicht brauchen.“

Es läßt sich zwar aus verschiedenen Umständen ersehen (und wir kommen am Schlusse auf diesen Punkt noch zurück), daß Suess im Allgemeinen nicht so absolut an dem schließlichen Erfolge verzweifelt hat, den der menschliche Geist durch die Enthüllung mancher uns heute noch verschleierten Geheimnisse der Natur zu erzielen hofft. Daß er aber für sich selbst jenes Bekenntnis abgelegt hat, daß er damit offen bekundete, es sei ihm nicht gelungen, aller Schwierigkeiten auf seinem Wege Herr zu werden, das gereicht ihm sicher zur Ehre. Er hat sich durch dieses allerdings nicht in Bezug auf Einzelheiten, die ihm vielleicht besonders lieb waren, sondern in genereller Weise gemachte Zugeständnis auch hoch gestellt über Solche, die im gegebenen Fall geneigt waren, dort wissenschaftliche Dogmata zu erblicken, wo ihm selbst, wie wir sahen, schließlich nur die Aufstellung einer „Arbeitshypothese“ als ein genügendes Resultat seiner Anstrengungen erschienen ist.

Verweilen wir aber noch einen Augenblick bei dem Vergleiche mit Faust.

Ebensowenig wie dieser bis an sein Ende aufhört, sich „strebend zu bemühen“, ebensowenig hat Suess trotz seiner Erkenntnis von

der Unzulänglichkeit der menschlichen Kraft aufgehört, sich unermüdlich bis in sein höchstes Alter hinein zu betätigen. Immer aufs Neue häufte er Tatsachen auf Tatsachen, wie sie sich bei der Durchsicht der täglich mehr anschwellenden Literatur aller Kulturvölker für die Ausgestaltung seiner Ideen als brauchbar zu erweisen schienen, und wir sahen, wie er sogar noch in seinem hohen Greisenalter die Beschwerden von Exkursionen im Hochgebirge nicht scheute, um seine Erfahrungen zu ergänzen.

Dennoch besteht ein Unterschied zwischen den hier verglichenen Naturen, deren Sinn in beiden Fällen auf das Eindringen in das Geheimnis der Schöpfung gerichtet ist und dieser Unterschied liegt in der Entwicklung, welche sie durchmachen.

Faust beginnt seine Tätigkeit in der Studierstube, wo er sich mit den größten Problemen beschäftigt und weil er an deren Lösung verzweifelt (der Auffassung des Zeitalters gemäß, in welches der Dichter diese Gestalt versetzt hat), von der Berührung mit übernatürlichen Gewalten die Aufklärung erhofft, welche ihm auf dem normalen Pfade der Wissenschaft versagt bleibt. Er gelangt unter mancherlei Irrungen mehr und mehr in Berührung mit dem öffentlichen und dem praktischen Leben, wobei er sich auch (am Hofe des Kaisers) durch Eingreifen in verschiedene Staatsangelegenheiten bemerkbar macht. Sein letztes Werk ist ein technisches, die Regulierung eines Küstenstrichs behufs Landgewinns.

Bei Suess hingegen wird die erste Hälfte seiner Laufbahn durch sein Auftreten als Politiker bezeichnet und in diese frühe Zeit fallen seine Arbeiten für praktische Ziele oder öffentliche Zwecke, sei es daß wir hier an die Wasserversorgung von Wien, an die Donauregulierung, an seine Beteiligung an der Schulgesetzgebung oder an den Versuch seines Eingreifens in die Währungsfrage denken, während er umgekehrt später sich mehr und mehr in die Studierstube zurückzieht, wo sein Geist sich immer allgemeineren Problemen der Wissenschaft zuwendet, wie sie gerade das Studium der theoretischen Geologie in Fülle bietet.

So kommt es, daß während Faust beim Abschluß seines Daseins bei der Bewältigung einer großen, aber begrenzten Aufgabe von dem Gefühl vollster Befriedigung erfüllt wird, unserem in das Reich des Unermeßlichen vorstrebenden Meister, wie die vorerwähnten Aeußerungen beweisen, dieses innerliche Gefühl der uneingeschränkten Genugtuung bezüglich der Lösung der weit ausgreifenden ihm vorschwebenden Fragen versagt blieb, das heißt wenigstens derjenigen Genugtuung, welche der dauernd gültige absolute Erfolg gibt, der mit dem momentanen Beifall der Menge nicht zu verwechseln ist, denn an dem letzteren hat es für Suess nicht gefehlt.

Wenn es trotzdem auch für ihn Augenblicke gegeben hat, in welchen er ohne jede Trübung diesen Beifall für wohl verdient gehalten haben dürfte, so lagen dieselben in seinem Leben weiter zurück und bezogen sich ähnlich wie bei der von dem Dichter uns vorgeführten Gestalt auf den gelungenen Abschluß großer aber begrenzter technischer Aufgaben, welche durch seine Anregungen und unter seiner eifrigen Mitwirkung zur Lösung gebracht wurden. Es ist wenigstens

sehr wahrscheinlich, daß der Tag, an welchem mit der feierlichen Inauguration des Hochstrahlbrunnens am Schwarzenbergplatze die erste Wiener Hochquellenleitung der öffentlichen Benützung übergeben wurde, für Suess einen größeren Triumph bedeutete als der Moment, in welchem der letzte Bogen des „Antlitz“ die Presse verließ.

Aber wenn auch unser alter Meister schließlich die Empfindung nicht verleugnen konnte, daß gegenüber unbegrenzten Aufgaben das Verhältnis zwischen Wollen und Vollbringen zumeist nicht das gewünschte oder erhoffte ist, so pessimistisch wie Faust hat er über die Aussichten der menschlichen Forschung doch nicht gedacht und brauchte er wohl auch nicht zu denken.

Als „endlich die Stunde“ des Abschieds von seinem Lehramt „gekommen“ war (vgl. oben), hat er sich zwar betreffs seiner eigenen Beteiligung an dieser Forschung bescheiden mit dem Bewußtsein begnügt, der Wissenschaft durch einige neue Anschauungen und durch die Einfügung einiger neuer Tatsachen in deren Besitzstand genützt zu haben, aber er sah doch die Möglichkeit einer günstigen Weiterentwicklung unserer Erkenntnis vor sich, und wie groß oder wie begrenzt er die Ergebnisse seiner persönlichen Arbeit für diese Entwicklung in jener Stunde eingeschätzt haben mag, er hat an dieser seiner Arbeitsleistung erkannt, daß schließlich Erfolge für denjenigen nicht ausbleiben, der mit Ernst und Eifer sich um den Fortschritt des Wissens bemüht hat. Er besaß, mit einem Wort gesagt, den Glauben an die Zukunft.

Ihm leuchtete die Hoffnung auf die Erfolge der kommenden Generationen, an deren Vorbereitung für hohe Aufgaben er unablässig gearbeitet hat, gleichviel, ob es sich dabei um diejenigen handelte, die seine unmittelbaren Hörer gewesen waren und an die er allerdings zunächst dachte oder um den weiteren Kreis seiner Leser und aller derer, welche durch seinen Ideenreichtum zur Betätigung ihres Könnens sich angeregt fühlen konnten. In diesem Sinne dürfen wir wohl die Worte seiner Abschiedsrede deuten, in welchen er an den Ausspruch Lytton Bulwers erinnerte: „Wenn jemand in hohem Alter von Kindern umgeben ist, dann sieht er am Ende seiner Tage nicht einen Schlußpunkt, sondern einen Beistrich.“ Mit diesen Kindern aber seien für den Forscher die Schüler zu vergleichen, die ihn umgeben und denen die Fortsetzung seines Wirkens anheimfalle. So sei denn auch er am Ende seiner Lehrtätigkeit nicht an einem Schlußpunkt, sondern nur an einem Beistrich angelangt.

Es wird nun die Aufgabe der heutigen wie der kommenden Generation von Geologen sein, im Sinne der Hoffnungen des alten Meisters fortzuarbeiten an dem Aufbau unserer Wissenschaft, wozu ja Jeder nach Maßgabe seiner Begabung oder Neigung beitragen kann, auch wenn diese Begabung oder Neigung ihn nicht gerade auf die Behandlung der schwierigsten Probleme hinweist. Ob diese Arbeit jedoch überall auf denselben Wegen geschehen muß, welche im unmittelbaren Anschluß an die Methode von Suess eingeschlagen werden könnten, ob nicht vielmehr in manchen Punkten diese Methode zu

ändern und die Art der Darstellung des großen Autors als eine solche aufzufassen wäre, die nicht jeder Individualität entspricht, mag dahingestellt bleiben. Wir sollen ja aus der Vergangenheit lernen, und deshalb sollten die vielfachen Erfahrungen, welche die Geschichte der menschlichen Bestrebungen auch auf dem geistigen Gebiet aufweist, nicht ungenützt bleiben.

Man darf wohl voraussetzen, daß unter diesem Gesichtspunkte die Wünsche und Hoffnungen, welche Suess bezüglich der Zukunft unserer Wissenschaft hegte, der Erfüllung zugeführt werden. Die Epigonen werden dabei zu beurteilen haben, was sie als dauernde Ergebnisse der reichen Arbeit unseres großen Forschers anerkennen dürfen und an welche der vielfältigen, durch jene Arbeit ihnen gebotenen Anregungen sie anknüpfen können.

Unter allen Umständen aber werden diese Epigonen, sowie das die Zeitgenossen von Suess und wohl auch die Gegner unter denselben stets getan haben, den eisernen Fleiß, die Arbeitskraft, das reiche Wissen, das große Wollen und die schöpferische Veranlagung einer Persönlichkeit anerkennen, der es gelang, von den Anfängen einer unregelmäßigen Vorbereitung ausgehend, sich in den Augen der Mitwelt einen der vordersten Plätze im Reiche der Geister zu gewinnen, und deren Namen man immer wird nennen müssen, wenn es gilt, die Entwicklung der Geologie zu überblicken. An diesen Namen knüpft sich für alle Zeiten die Erinnerung an eine der interessantesten Episoden dieser Entwicklung.

Zusätze.

Es scheint erwünscht, nachträglich noch auf einige Punkte hinzuweisen, welche in den vorstehenden Ausführungen in Form von Anmerkungen zum Text hätten erwähnt werden können und die insofern nicht ganz belanglos sind, als sie das Verständnis gewisser gegen einen Teil der Vorstellungen von Suess erhobenen Einwände zu fördern geeignet sind.

1. In dem Abschnitt über Vulkane wurde auf Seite [174] der vorangehenden Darlegungen eine Stelle im Schlußbande des „Antlitz" (siehe dort Seite 671) besprochen und als in mehrfacher Hinsicht zum Nachdenken anregend bezeichnet. Abgesehen von den direkten Beziehungen dieser Stelle zur Auffassung des Auftretens der Vulkane wäre hier noch die daselbst ausgesprochene Meinung von Suess hervorzuheben, es sei unmöglich anzunehmen, daß die Inselbögen erst durch Faltung bogenförmig geworden seien.

Diese Meinung bedeutet jedenfalls eine wesentliche Einschränkung der ursprünglichen Vorstellung des Autors, wonach die Bogenform allenthalben als mit der Faltung und speziell mit dem einseitigen, die Faltung erzeugenden Schub im Zusammenhang stehend betrachtet wurde. Wenn sich also Bittner und Löwl gegen diese Vorstellung wendeten und für die Bogenform, durch welche sich viele Gebirge auszeichnen, eine besondere Erklärung als notwendig ansahen

(vgl. hierzu die Seiten [110]—[111] und [155] der obigen Darstellung), so darf man in dem betreffenden Ausspruche von Suess wenigstens bezüglich eines großen und wichtigen Teils der Gebirgsbögen eine Rechtfertigung der hier in Betracht kommenden gegnerischen Ansichten erblicken.

2. Auf Seite [186] der vorangehenden Ausführungen wurde gesagt, daß Suess für seine ursprüngliche Annahme einer Veränderlichkeit des Meeresspiegels in Folge von Aenderungen der Rotationsgeschwindigkeit des Erdballs sich vornehmlich auf eine ältere Veröffentlichung von Frisi stützt, der behauptet hatte, daß ein in Verdichtung befindlicher Körper, der sich um eine bestimmte Achse drehe, eine Beschleunigung der Rotation erfahre. Es wurde ferner gesagt, daß unter einer solchen Voraussetzung wenigstens eine Schwierigkeit für die Suess'sche Hypothese als beseitigt angesehen werden dürfe, insofern gerade die Beschleunigung der Rotation (wie sie nach Suess das Zuströmen des Wassers von den Polen zum Aequator bedingen sollte) zu den nicht ohne Weiteres einleuchtenden Möglichkeiten zu rechnen sei.

Insofern nun weiter gezeigt werden konnte, daß Suess selbst schließlich in dieser Hinsicht Zweifel zu haben und sich nicht mehr mit Zuversicht auf die Behauptung Frisis zu stützen schien, und daß sich auch Playfair gegen Frisi ausgesprochen hatte, konnte zwar von einer näheren Erörterung dieses Gegenstandes abgesehen werden, aber es wäre doch nicht unangebracht gewesen, noch auf Folgendes aufmerksam zu machen.

Suess brauchte für seine Hypothese einen Rhythmus der Verschiebungen des Meeresspiegels mit abwechselndem Zu- und Abfluß des Wassers zwischen den Polen und dem Aequator. Bei der gesuchten Verbindung dieser Vorgänge mit einer veränderlichen Rotationsgeschwindigkeit der Erde wäre die Annahme einer abwechselnd bald zu- bald abnehmenden Energie der Rotation eine Notwendigkeit gewesen. Dafür bietet aber die Annahme Frisis keinen Anhalt. Man müßte sonst glauben, daß die Verdichtung des rotierenden Körpers (in diesem Falle des Erdballs) periodisch in das Gegenteil übergehen könnte. Die Berufung auf diese Annahme war demnach in jedem Falle verfehlt.

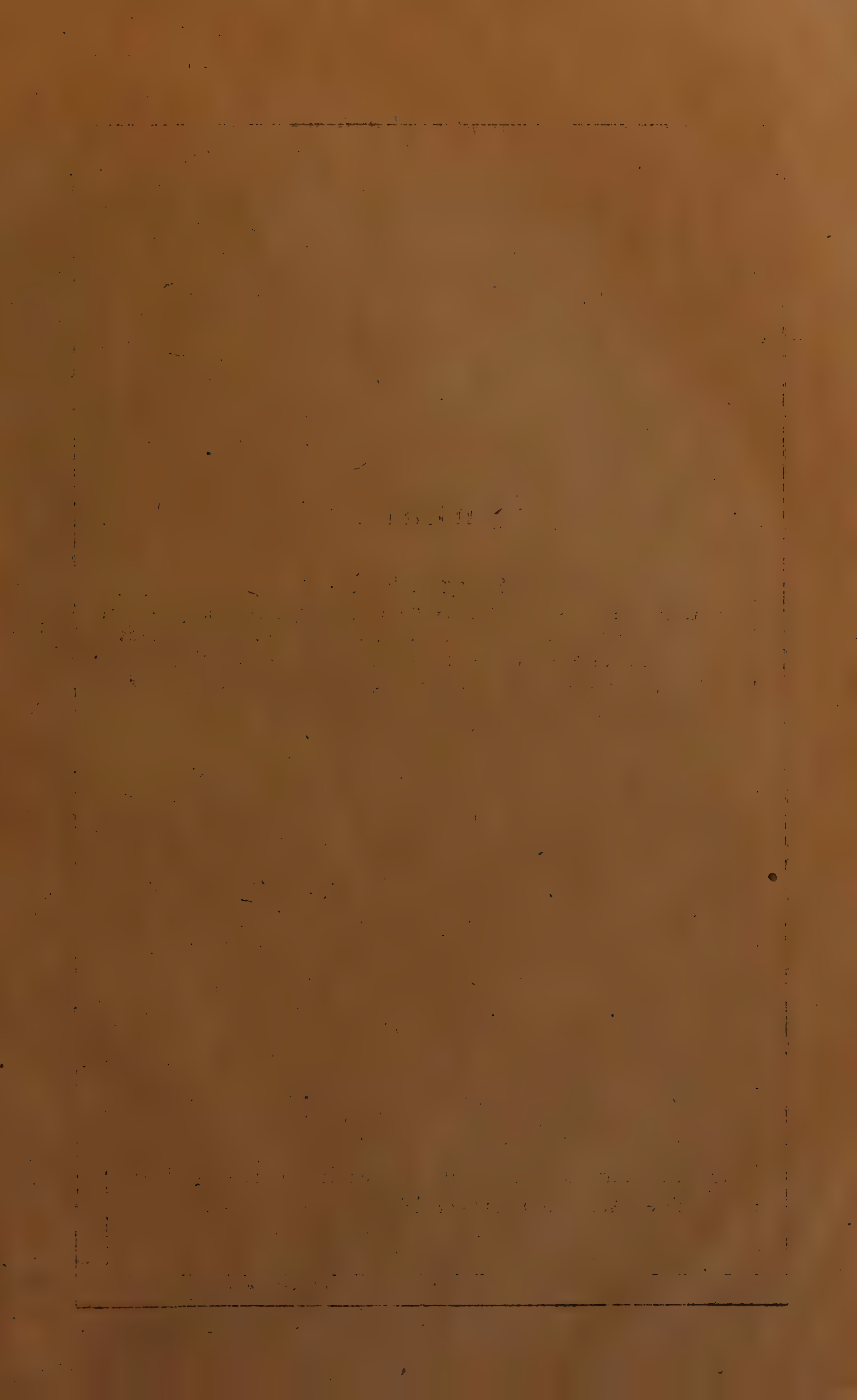
Berichtigungen.

Seite [9] Anmerkung Zeile 14 von unten lies unabhängiger statt unabhängigen.
„ [19] Zeile 6 von unten lies ont produit satt out prodouit.
„ [20] Zeile 29 von oben lies Argonauta statt Argonouta.
„ [22] Zeile 7 von unten lies haben statt hahen.
„ [32] Zeile 4 von oben lies Goudwana statt Goudwann.
„ [33] Zeile 5 von unten lies vorgelegter statt vorgelegten.
„ [38] in der Anmerkung 6 lies Lahner statt Lehner.
„ [39] in der Anmerkung 5 lies Quarterly statt Quaterly.
„ [40] Zeile 9 von unten lies sollte statt sollten.
„ [45] Zeile 8 von oben lies abgeschnittenen statt abgeschnittene.
„ [48] Zeile 15 von unten ist das Wort „nicht" unabsichtlich durch gesperrten Druck hervorgehoben.
„ [49] Zeile 16 von oben lies aufweist statt aufweisenden.

Seite [50] Zeile 2 der Anmerkung 2 lies konnte statt konnten.
" [53] heißt es in der drittletzten Zeile des dort zu Ende gehenden Abschnittes richtig verleiht statt verleihen.
" [67] Zeile 26 von unten lies Einfallen statt Einfalles.
" [70] in der Anmerkung 2 lies Gewitsch statt Gerwitsch.
" [74] Zeile 3 von unten lies Grabensenkung statt Grubensenkung.
" [83] Zeile 8 von oben lies philosophisches statt philosopisches.
" [85] lies in der Anmerkung 1 in dem englischen Zitat advocate statt advocats und moreover statt narcover.
" [88] Zeile 17 von oben lies unbeendigten statt unbeendingten.
" [104] Zeile 4 der Anmerkung 1 lies faltenden statt fallenden.
" [109] Zeile 23 von oben lies Dieses statt Bieses.
" [145] Zeile 13 von oben lies Gleitfaltung statt Glutfaltung.
" [148] Zeile 6 von oben lies Verhältnissen statt Verhältnisse.
" [156] Zeile 11 von oben lies Schwierigkeiten statt Schwierigkeit,
" [162] Zeile 5 und 6 von oben lies: daß die Schweremessungen statt daß die Ergebnisse der Schweremessungen.
" [168] Zeile 13 von unten lies das Magma statt des Magma.

Inhaltsverzeichnis.

Gesellschafts-Buchdruckerei Brüder Hollinek, Wien III. Steingasse 25.

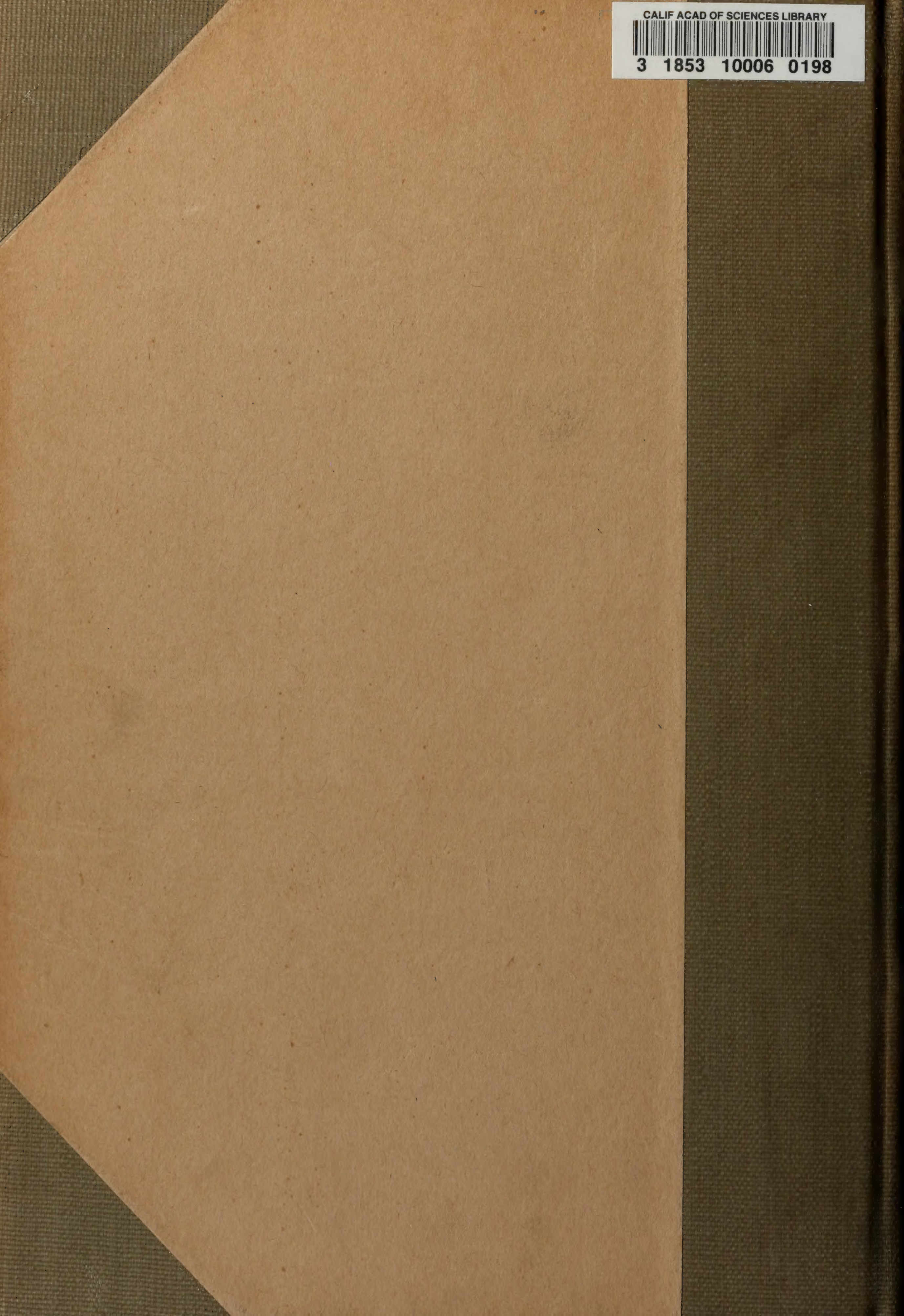


Inhalt.

3. und 4. Heft.

NB. Die Autoren allein sind für den Inhalt und die Form ihrer Aufsätze verantwortlich.

Gesellschafts-Buchdruckerei Brüder Hollinek, Wien III. Steingasse 25


CALIF ACAD OF SCIENCES LIBRARY
3 1853 10006 0198